

# Deforestación a diferentes escalas y análisis de degradación mediante relación del volumen de madera viva/muerta en bosques del chaco semiárido

Díaz Zírpolo, J.<sup>1</sup> y A. M. Giménez<sup>1</sup>



## 1. Introducción

La degradación forestal se define como la reducción de la cobertura boscosa y la pérdida de carbono en los bosques remanentes, en la cual las perturbaciones humanas están asociadas a un cambio en el uso de la tierra. Mientras que la deforestación es la conversión de bosques en otras categorías de uso del suelo, con la suposición de que la vegetación forestal no se espera que vuelva a crecer de forma natural en esa zona (Hosonuma *et al.*, 2012).

La deforestación y la degradación forestal comúnmente pueden diferenciarse según causas inmediatas o directas y causas subyacentes o indirectas. Las causas directas como las actividades humanas afectan directamente a la cubierta forestal y la pérdida de carbono. Estas causas se pueden agrupar en categorías tales como la expansión de la agricultura (tanto comerciales como de subsistencia), extensión de la infraestructura y la extracción de madera. Mientras que las causas indirectas son complejas interacciones de los procesos sociales, económicos, políticos, culturales y tecnológicos que pueden ejercer su influencia a cierta distancia de los bosques que se ven afectados por ellos (Geist y Lambin, 2001; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005; Kissinger, Herold y De Sy, 2012).

Las causas directas de la deforestación y la degradación de los bosques se analizan por separado. La agricultura comercial y de subsistencia, la minería, la extensión de la infraestructura y la expansión urbana se consideran como causas directas de la

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero, Argentina. E-mail: tutizirpolo@yahoo.com.ar

deforestación; mientras que las actividades como la tala, los incendios no controlados, el pastoreo del ganado en los bosques, y la recolección de leña y producción de carbón son consideradas causantes de la degradación de los bosques (Hosonuma *et al.*, 2012).

Las causas de la deforestación y la degradación forestal se producen a cualquier escala (global a lo local) y por lo tanto las estrategias para hacer frente a dichas causas ocurrirán a cualquier escala (FAO, 2015).

La combinación de la presencia o ausencia de los agentes que conducen a la deforestación y degradación pueden indicar, qué agentes están presentes y cuáles son los más influyentes en ciertos lugares. Dichos análisis son a menudo empíricos y se basan en datos a nivel sub-nacional (en los niveles provincial o municipal), que describen las condiciones económicas, sociales y demográficas y los cambios asociados a los patrones de deforestación. Sin embargo, existen dificultades para establecer una clara relación entre las causas indirectas y los agentes de la deforestación/degradación (Angelsen, 2008). Las causas directas de la deforestación y degradación de los bosques son a menudo más fáciles de controlar y cuantificar ya que se refieren más a eventos específicos de deforestación y degradación en el suelo. Puesto que los datos para el estudio de las causas indirectas, están muchas veces relacionados a diferentes sectores y los datos requeridos, a menudo no están fácilmente disponibles.

La medición de la degradación forestal constituye una operación problemática por varias razones. En primer lugar, porque es sumamente difícil de definir; en segundo lugar, porque en todos los casos, es ardua de detectar por la mayoría de los métodos de medición puesto que se manifiesta como una forma leve de cambio en el bosque (FAO, 2015).

El monitoreo y suministro de información sólida sobre los agentes y las actividades relacionadas que conducen a la deforestación y la degradación de los bosques, proveen un flujo de datos esenciales para los países en su diseño de políticas e implementación (Herold y Skutsch, 2011).

La localización de la degradación mediante teledetección, especialmente con los sistemas más frecuentemente usados que arrojan datos de media resolución espacial, resulta dificultosa puesto que la escala en que sucede suele ser inferior al píxel. Esto quiere decir que, dada su singular naturaleza, la degradación afecta a áreas que son más pequeñas que la capacidad de detección que revelan los píxeles obtenidos por teledetección (FAO, 2015).

La mayoría de las organizaciones forestales mundiales reconocen la pérdida actual de bosque como un problema importante (Tarasofsky, 1995) que se manifiesta en la pérdida de recursos, de función ecológica (captación de carbono, función hidrológica) y la biodiversidad.

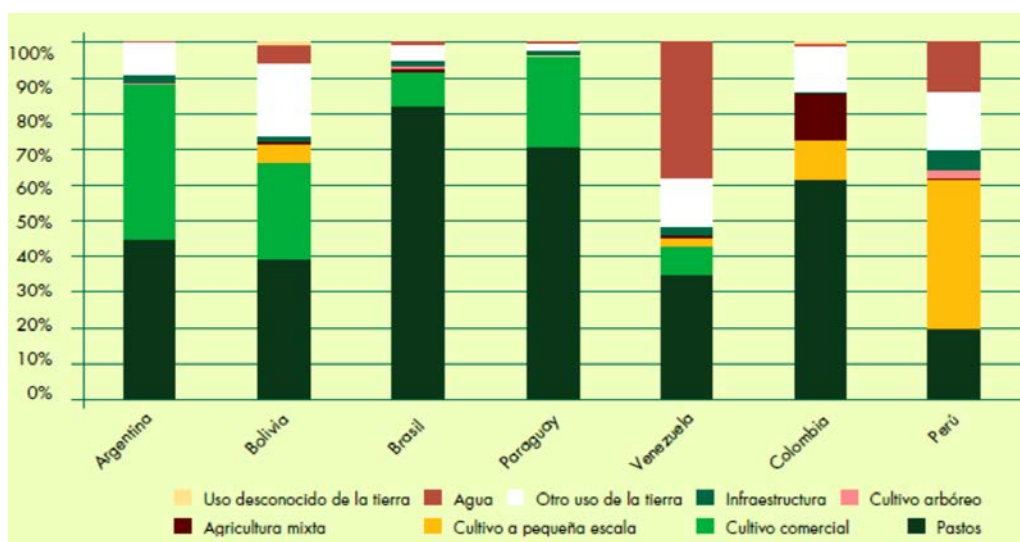
En Sudamérica, el Chaco Seco está atravesando una nueva fase de expansión e intensificación agrícola, la cual no solo está aumentando exponencialmente la producción de bienes, sino que también pone en peligro la prestación de servicios ambientales (Pruel *et al.*, 2011).

Un reciente estudio sobre la deforestación en América del Sur durante el período 1990-2005 (De Sy *et al.*, 2015) demuestra que la principal causa es la expansión de los pastizales

representando el 71,2 % de la misma, un 14 %, al aumento de la demanda de tierras de cultivo comerciales y menos del 2 %, a la infraestructura y la expansión urbana.

En Argentina, la expansión de pastizales provocó la pérdida de aproximadamente el 45 % de los bosques a lo largo del período en cuestión y la expansión de las tierras de cultivo comerciales, más del 43 % (Figura 1) (De Sy *et al.*, 2015).

Durante el acelerado proceso reciente de desmonte y habilitación de tierras para la producción de granos y carne, se están extrayendo bienes y minimizando o anulando sus servicios ecológicos sin haberse identificado, conocido y valorado adecuadamente la gran variedad de ecosistemas de bosques que son disectados, fragmentados y sus manchones reducidos, rediseñados o eliminados debido a la expansión agroproductiva (Morello y Rodríguez, 2009).



**Figura 1.** Proporción de deforestación debida a diversos factores en América del Sur durante el periodo 1990-2005.  
Fuente: De Sy *et al.*, 2015.

En el noroeste argentino (NOA) se ha producido una expansión agrícola localizada principalmente en los bordes de los bosques xerofíticos del Chaco Semiárido (Grau *et al.*, 2005).

La vegetación típica de la región del Chaco Semiárido es el bosque xerófilo estacional que se caracteriza por presentar un estrato arbóreo con emergentes dispersos y un estrato arbustivo continuo (Morello y Adámoli, 1974). Predominan en él las especies caducifolias, de hojas pequeñas o transformadas en espinas. Las formaciones vegetales se empobrecen de Este a Oeste en estrecha relación con la disminución de las lluvias, que van de 1.200 a 500 mm anuales (Giménez y Moglia, 2003).

El período de sequedad se extiende desde el mes de Abril hasta Octubre, con meses caracterizados por una marcada amplitud entre las temperaturas diurnas y nocturnas. La

temporada de fuego dentro de la Región Chaqueña Occidental de Argentina coincide con la extensa temporada de sequedad, acompañada de vientos calientes de dirección Norte y Noreste que promueven la recurrencia de incendios (Bravo *et al.*, 2003).

En la región Chaqueña la expansión agropecuaria está asociada a la deforestación de bosques nativos, removidos a tasas que varían entre 1,5 y 2,5 % anual, valores superiores al promedio continental y mundial (0,51 y 0,2 %, respectivamente) (Volante *et al.*, 2006; FAO 2007; Gasparri *et al.*, 2008). Las provincias con mayores tasas históricas de deforestación fueron Santiago del Estero, Salta y Chaco.

Según el informe [monitoreodesmonte.com.ar](http://monitoreodesmonte.com.ar) (2014) referido al monitoreo de desmontes de la Región Chaqueña, elaborado conjuntamente por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA), el IFEVA (CONICET), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la Red Agroforestal Chaco Argentina (Redaf), las tasas de deforestación en esta región Chaqueña se encuentran entre las más altas del mundo y están promovidas principalmente por el avance de la frontera agropecuaria. Dicho proceso ha generado importantes conflictos territoriales que incrementaron la preocupación y el interés por conservar los bienes naturales y culturales asociados a estos bosques.

Sin embargo, la gestión forestal ha evolucionado hacia una concepción más holística, buscando entre sus objetivos la conservación del ecosistema forestal en su conjunto, teniendo en cuenta que los bosques constituyen ecosistemas sumamente complejos, cuya plena comprensión aún no ha sido alcanzada por el conocimiento humano (Schwendtner *et al.*, 2005). Ante ello resulta claro que para compatibilizar la conservación con la producción, lo ideal sería desarrollar técnicas de gestión forestal que imiten la dinámica natural de los bosques (Angelstam, 1996), manteniendo los componentes principales del ecosistema.

Cuando la degradación genera claros detectables en el dosel, como ocurre en el caso de la tala selectiva o los incendios forestales, convendría utilizar métodos de monitoreo basados en percepción remota. No obstante, las mediciones en el terreno constituyen complementos importantes, especialmente cuando la degradación no causa claros en el dosel, como en el caso de la recolección de madera muerta o vegetación del sotobosque (Hardcastle *et al.*, 2008).

Se define a la madera muerta, como toda la biomasa leñosa muerta que no forma parte de la hojarasca, ya sea en pie, que yace en la superficie, las raíces muertas y los tocones de un diámetro igual o superior a 10 cm. o cualquier otro diámetro utilizado por el país (FAO, 2005).

La madera muerta, juega un papel importante en el funcionamiento de muchos de los ecosistemas terrestres, debido a que participa en aspectos claves como el flujo de energía y nutrientes, proporcionando el hábitat a diferentes macro y microorganismos, influenciando el potencial de producción de fuegos y siendo uno de los compartimientos de almacenamiento de carbono más importante de los bosques naturales (Harmon *et al.*, 1986, Chambers *et al.*, 2000, Baker *et al.*, 2007).

Un inventario forestal registra habitualmente determinadas informaciones sobre la producción maderera de los bosques y su disponibilidad, a las que se podrían añadir otros objetivos más amplios de una gestión integrada (Pelz, 1995). A razón de ello, en la

actualidad se trabaja para incluir en los inventarios forestales nuevas variables que permitan describir la biodiversidad a un nivel de percepción global. Entre las variables de interés, se proponen algunas como cantidad y dimensiones de árboles muertos en pie o caídos y su grado de descomposición (Rondeux, 2005).

Deberán integrarse también otros datos sobre los ambientes, las condiciones socioeconómicas, los tipos de recursos naturales, los riesgos potenciales de degradación, etc. Para ello, los sistemas de información geográfica constituyen una de las claves para la integración de informaciones en la escala deseada (Jeffers, 1996).

Atendiendo las nuevas tendencias mundiales de los programas de gestión forestal sostenible, los objetivos de este capítulo son:

- Evaluar los cambios de uso del suelo (deforestación) a escalas diferentes
- Analizar la degradación del bosque en función de la cobertura vegetal expresada en la relación de variables volumen de madera viva/volumen de madera muerta, como un nuevo criterio para el estudio de las superficies transformadas, especialmente cuando la degradación no causa claros en el dosel.

## 2. Sitios de estudio

La investigación se centra en el Distrito Chaqueño Occidental (Chaco Semiárido), esta región comprende más de 60 millones de ha. y ocupa el 22 % de la superficie continental del país, siendo la región forestal más grande.

El Chaco Semiárido Argentino abarca las provincias de Formosa, Chaco, Santiago del Estero, Salta, Tucumán, y norte de Córdoba.

Los sitios determinados para realizar el estudio corresponden a la provincia de Santiago del Estero (Argentina) (Tabla 1). Dichos sitios corresponden a predios en los cuales se están ejecutando Proyectos de Conservación y Manejo de Bosques Nativos, en el marco de la Ley Nacional N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

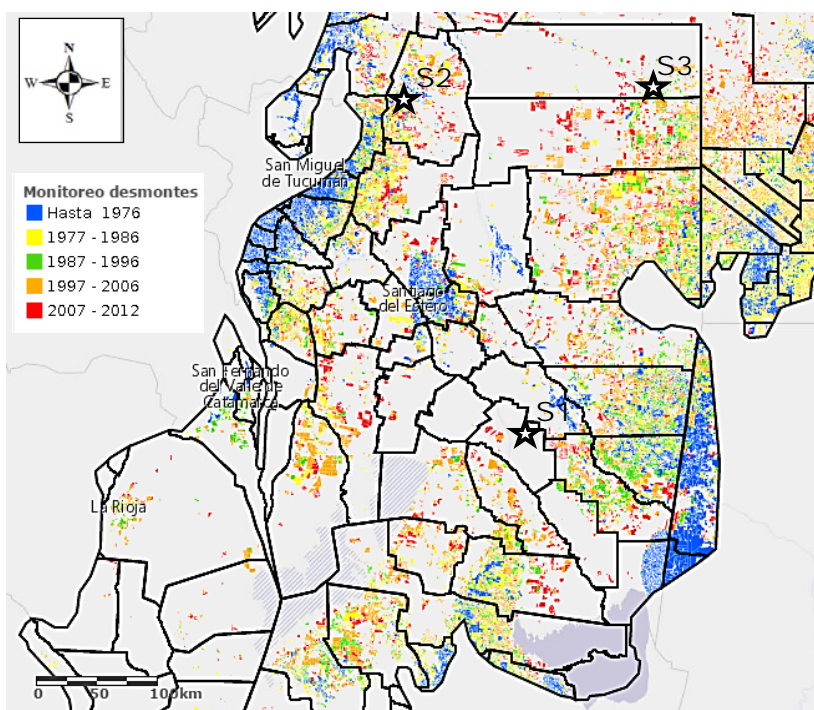
**Tabla 1.** Sitios de Santiago del Estero bajo estudio

Áreas de Estudio	Ubicación	Coordenadas geográficas
Sitio 1 (S1)	Localidad Quimilí Paso,	28° 49' 1,76" (S)
	Dpto. Salavina	63° 09' 41,06" (O)
Sitio 2 (S2)	Localidad La Fragua, Dpto.	26° 05' 40,4" (S)
	Pellegrini	64° 20' 23,8" (O)
Sitio 3 (S3)	Localidad El Caburé, Dpto.	25° 55' 29,6" (S)
	Copo	62° 26' 45,2" (O)

### 3. Cambios de uso de la tierra en el Chaco Semiárido bajo diferentes escalas de estudio

Con la finalidad de evaluar los cambios de uso de la tierra en las tres áreas bajo estudio (S1, S2 y S3), se utilizó la base de datos geográficos desarrollada por el sitio de internet <http://monitoreodesmonte.com.ar/>. El análisis de los cambios de uso de la tierra de los sitios de estudio se realizó bajo diferentes escalas a nivel departamental, localidad y predial.

La información cuantitativa de las superficies transformadas de bosques nativos durante el período 1976-2012, se realizó mediante escenas de imágenes satelitales Landsat. Para los años previos al 2000, se analizaron tres grandes períodos: 1976 al 1986, 1986 al 1996 y 1996 al 1999, y a partir del año 2000 se monitorearon los desmontes con una periodicidad anual (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución espacial de las áreas desmontadas en la provincia de Santiago del Estero. Las distintas tonalidades indican diferentes periodos desde 1976 hasta 2012.  
Fuente: <http://monitoreodesmonte.com.ar/>.

La deforestación se produce de manera heterogénea en superficie, intensidad y período. Las áreas en la provincia con mayor impacto son las este/centro, con un gradiente Sur a Norte.

### 3.1. Cambios de uso de la tierra en áreas de estudio a escala departamental

Para realizar los análisis de los cambios de uso de la tierra a escalas departamental y localidad, se siguió las técnicas propuestas por el sitio <http://monitoreodesmonte.com.ar/> metodología.

Para Sitio 1 (Figura 3) en el Departamento Salavina, el impacto ha sido importante previo a 1976, avanzando fuertemente a partir de 2007.

Para Sitio 2 (Figura 4) en el Departamento Pellegrini, toda el área ha sido impactada por la deforestación, con un cambio de usos de la tierra profundo.

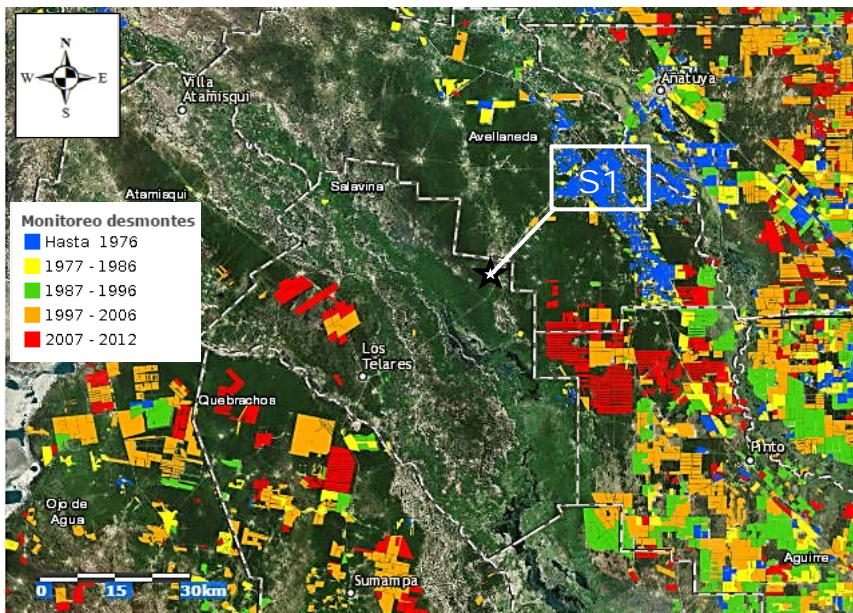


Figura 3. Distribución espacial de las áreas desmontadas en el Departamento Salavina.



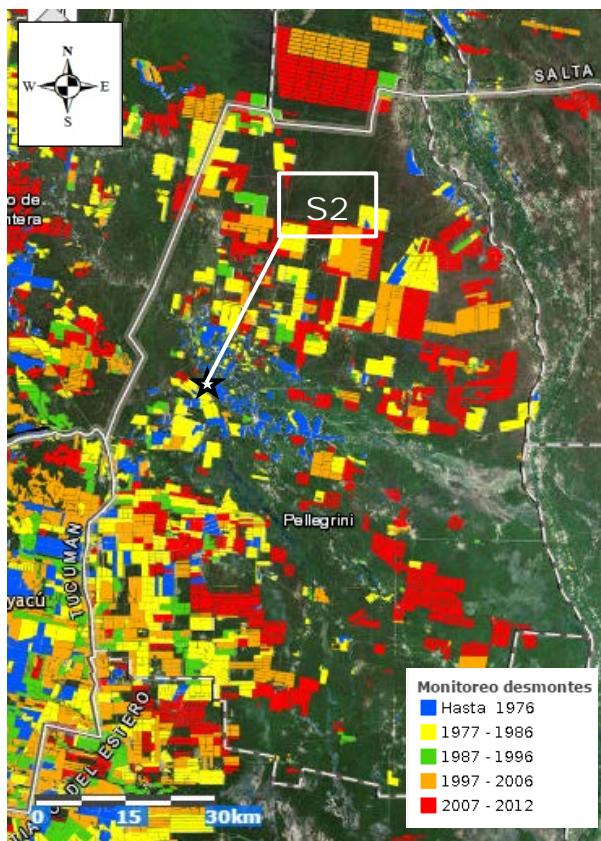


Figura 4. Distribución espacial de las áreas desmontadas en el Departamento Pellegrini.

Para Sitio 3 (Figura 5) en el Departamento Copo, toda el área presenta una transformación lenta.

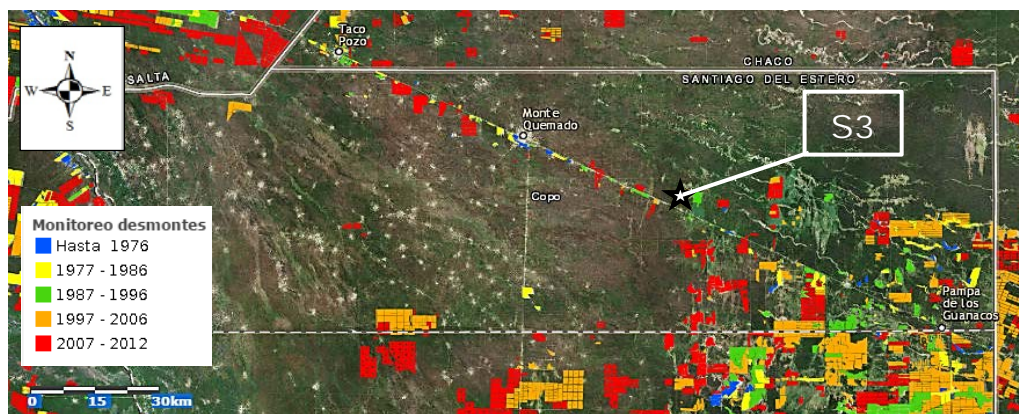


Figura 5. Distribución espacial de las áreas desmontadas en el Departamento Copo.

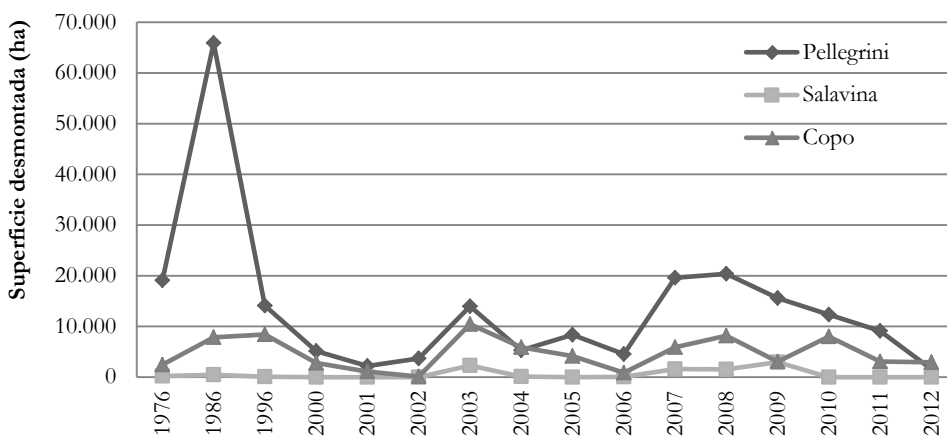
Los datos sobre la superficie forestal pérdida se indica en la Tabla 2.



**Tabla 2.** Superficie transformada en cada departamento

	Departamentos		
	Pellegrini (S2)	Salavina (S1)	Copo (S3)
Área Natural inicial (ha)	694.569	309.318	1.352.255
Superficie transformada (ha) Año 1976	19.079	206	2.463
Superficie transformada (ha) Año 1986	65.918	455	7.838
Superficie transformada (ha) Año 1996	14.099	68	8.409
Superficie transformada (ha) Año 2000	5.142	0	2.802
Superficie transformada (ha) Año 2001	2.191	0	1.077
Superficie transformada (ha) Año 2002	3.685	0	123
Superficie transformada (ha) Año 2003	13.976	2.298	10.427
Superficie transformada (ha) Año 2004	5.304	116	5.883
Superficie transformada (ha) Año 2005	8.353	0	4.157
Superficie transformada (ha) Año 2006	4.524	64	873
Superficie transformada (ha) Año 2007	19.599	1.603	5.878
Superficie transformada (ha) Año 2008	20.394	1.524	8.152
Superficie transformada (ha) Año 2009	15.589	2.969	3.061
Superficie transformada (ha) Año 2010	12.319	0	8.013
Superficie transformada (ha) Año 2011	9.100	0	3.065
Superficie transformada (ha) Año 2012	1.550	0	2.908
Superficie Total transformada (ha)	220.830	9.303	75.135
% Superficie transformada/Superficie de Depto.	<b>31,8</b>	<b>3,1</b>	<b>5,55</b>

En la Figura 6 se grafica por departamento, el período y la superficie desmontada, siendo los años 1986, 2003, 2007/2008 los de mayor impacto regional.



**Figura 6.** Dinámica temporal de la superficie desmontada (ha/año) desde 1976 hasta 2012.

A escala departamental entre los años 1976 y 2012, el sitio S2 fue el que tuvo la mayor transformación de su superficie con un valor del 31,8 % (220.830 ha), mientras que S3 y S1, presentaron valores de 5,55 % (75.135 ha) y 3,1 % (9.303 ha) respectivamente. Es de destacar que en Pellegrini se encuentra un área de bosque chaqueño serrano: el Cerro el Remate, Reserva natural provincia, de importante valor florístico.

En estos 36 años se identifican tres etapas en la dinámica de la deforestación (Figura 12). En los primeros 20 años (entre 1976 y 1996) el desmonte presentó un pico ascendente (año 1986), registrándose en S2 la mayor superficie transformada (65.918 ha). A partir de ese momento, en el que se difunde el cultivo de soja transgénica mediante siembra directa, presenta variaciones con tendencia descendente hasta fines de 2001.

En concordancia con Paruelo *et al.* (2011), la modificación del tipo de cambio (desdolarización del Peso) en el año 2002, impulsó la actividad agropecuaria debido a la mejora de los precios internacionales en el mercado de granos. Ello dio comienzo a una aceleración en el proceso de desmonte, puesto que la misma tendencia se registró en diferentes departamentos de la provincia de Salta (Anta, San Martín, Rivadavia y Orán).

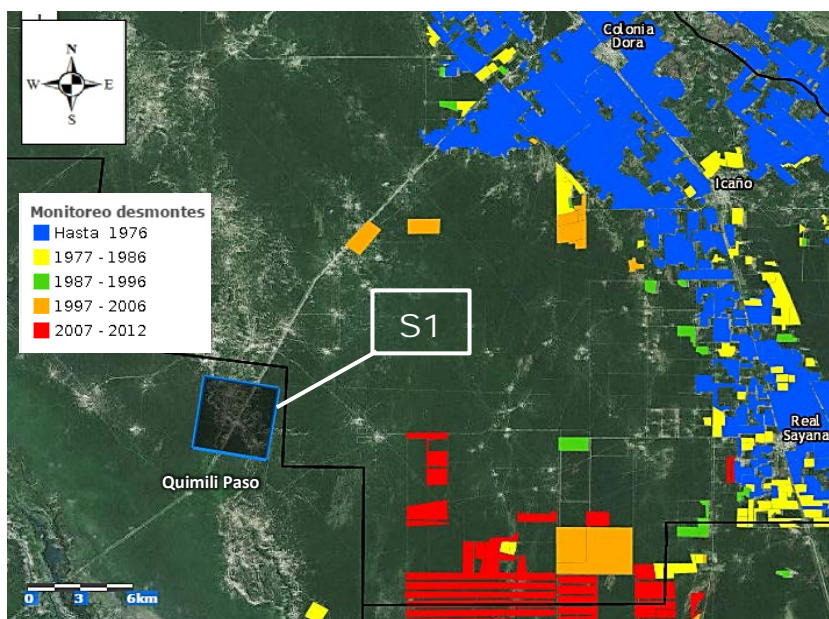
Entre los años 2007 y 2008, se registra nuevamente un nuevo pico con altos valores de desmonte, momento durante el cual se sancionó de la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, luego la cantidad de superficies transformadas comenzó a disminuir, poniendo en evidencia la importancia de políticas forestales para evitar el avance de dicho proceso.

Volante *et al.* (2012) sostienen que la vegetación original, en particular los bosques secos, del Chaco Seco están siendo reemplazados rápidamente por extensos campos de cultivo y pastizales a un ritmo alarmante, lo cual pudo comprobarse con nuestro estudio.

### 3.2. Cambios de uso de la tierra en áreas de estudio a escala localidad

A escala de localidad, los sitios fueron analizados en un radio de 20 km alrededor de cada predio bajo estudio.

Según el análisis, la Localidad de Quimili Paso (S1) tuvo las mayores transformaciones de su superficie en periodos anteriores al año 1976 y en recientes periodos 2007 al 2012 (Figura 7).



**Figura 7.** Distribución espacial de las áreas desmontadas en la Localidad de Quimili Paso (S1).

Por su parte, la Localidad de La Fragua (S2) las mayores transformaciones de su superficie las tuvo en periodos anteriores al año 1976 y en el periodo 1977 a 1986 (Figura 8). Justamente este último periodo coincide con la mayor superficie desmontada (año 1986), que se mencionó durante el análisis a escala departamental.

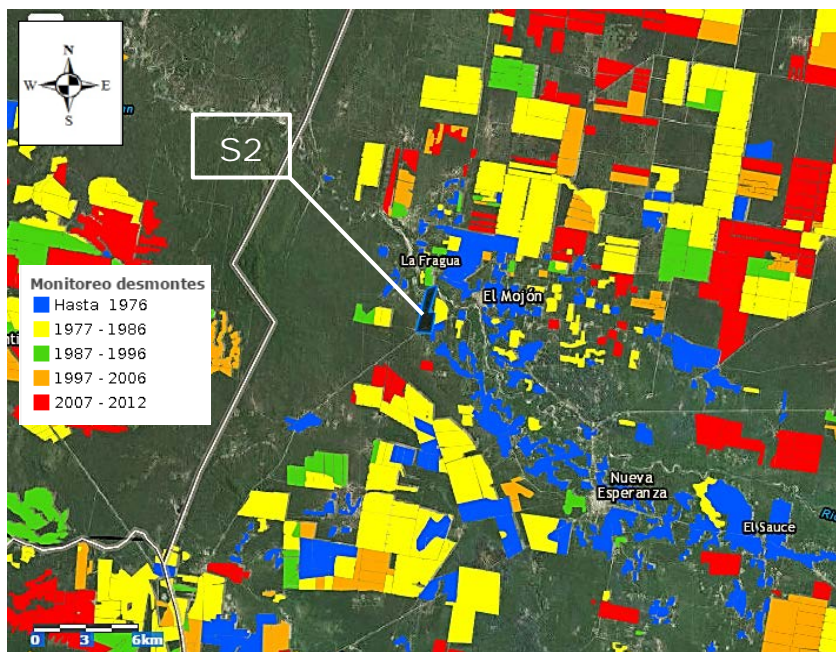


Figura 8. Distribución espacial de las áreas desmontadas en la Localidad de La Fragua (S2).

Mientras que la Localidad de El Caburé (S3) presentó los mayores cambios de uso de su superficie correspondientes al periodo 2007 a 2012 (Figura 9).

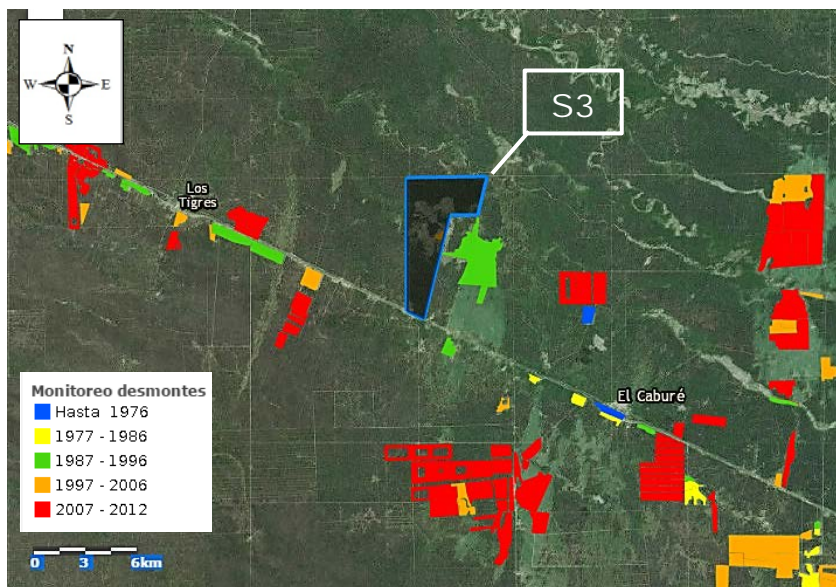


Figura 9. Distribución espacial de las áreas desmontadas en la Localidad de El Caburé (S3).

### 3.3. Cambios de uso de la tierra en áreas de estudio a escala predial

Para realizar los análisis de los cambios de uso de la tierra a escala predial (Figuras 10, 11 y 12), se siguieron las directrices propuestas por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) mediante la plataforma web Global Forest Watch (<http://www.globalforestwatch.org/>).

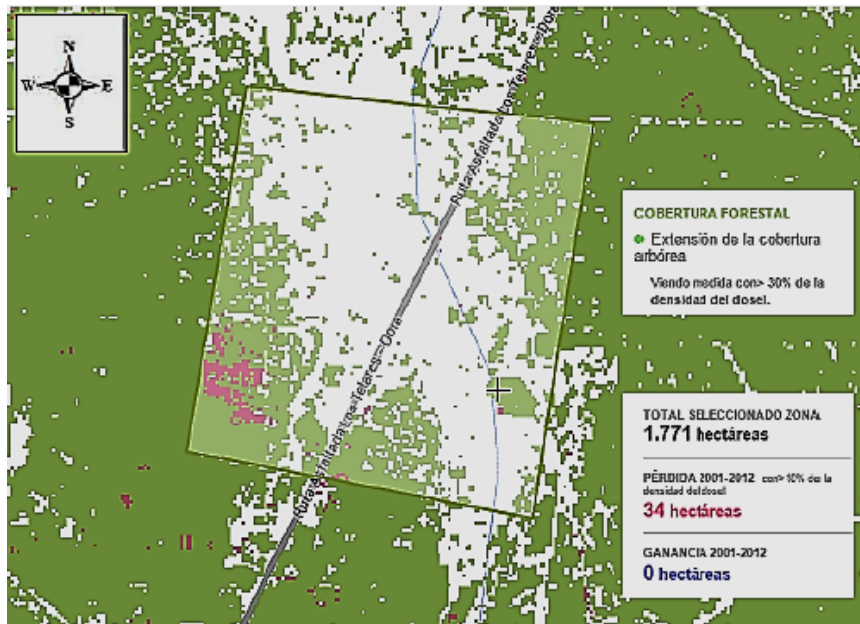


Figura 10. Cambio de uso de la tierra en el predio S1.

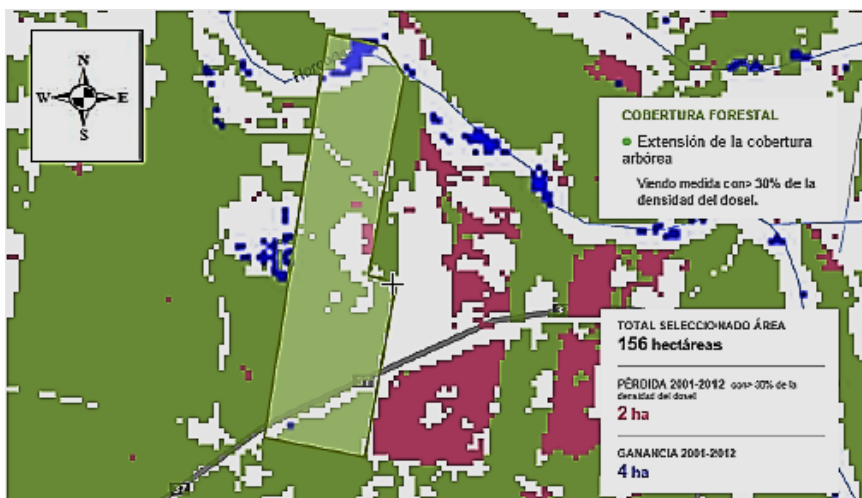


Figura 11. Cambio de uso de la tierra en el predio S2.





Figura 12. Cambio de uso de la tierra en el predio S3.

En dicha escala, se realizó el análisis de la degradación del bosque en función de la cobertura vegetal expresada en la relación de las variables volumen de madera viva (MV)/volumen de madera muerta (MM).

Para ello, se realizó una caracterización de las áreas de estudio (S1, S2 y S3), mediante la confección de mapas de vegetación de cada sitio de estudio con su correspondiente estratificación, lo cual permitió determinar diferentes tipos de bosques. Los pasos fueron los siguientes:

### A. Confección de mapas de vegetación arbórea.

Con la finalidad de evaluar la degradación a partir de la MM presente en los sitios de estudio, se seleccionó el grado de cobertura como criterio de clasificación para la descripción de la vegetación. Para ello se utilizó la metodología propuesta por la Dirección de Bosques de la Nación a través de la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF, 2002). Los criterios de clasificación fueron:

- a) **Tipo de Cobertura:**
  - Bosque: cobertura arbórea mayor al 20 %.
  - Arbustal: cobertura arbórea menor al 20 % y cobertura de arbustos mayor al 20 %.
  - Pastizal: cobertura de arbustos menor al 20 %.
  
- b) **Grado de Cobertura:**
  - Alta: cobertura arbórea entre 71 y 100 %.
  - Media: cobertura arbórea entre 41 y 70 %.
  - Baja: cobertura arbórea entre 20 y 40 %.

**c) Distribución de la cobertura:**

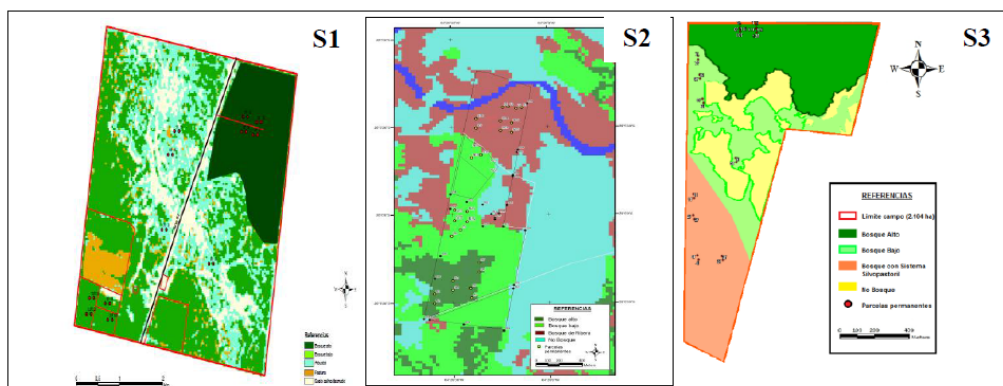
- Continua: cuando la cobertura arbórea se distribuye de manera homogénea.
- Discontinua: cuando la cobertura arbórea se encuentra en manchones.

**B. Estratificación de las áreas de estudio**

A partir del análisis de las imágenes y posterior corroboración a campo (Figura. 13), se determinó la presencia de tres tipos de bosques por cada sitio de estudio (Tabla 3).

**Tabla 3.** Tipos de bosques por cada sitio de estudio

Áreas de Estudio	Ubicación	Tipo de Bosque	Codificación
Sitio 1 (S1) Llanura Aluvial del Río Dulce	Localidad Quimilí Paso, Dpto. Salavina	Bosque Bajo	BBQP
		Arbustal	ARQP
		Bosque Alto	BAQP
Sitio 2 (S2) Bajada de las Sierras Subandinas	Localidad La Fragua, Dpto. Pellegrini	Bosque Bajo	BBP
		Bosque de Ribera	BRP
		Bosque Alto	BAP
Sitio 3 (S3) ] Planicie Loésica Cono de Deyección del Salado	Localidad El Caburé, Dpto. Copo	Bosque Bajo	BBC
		Bosque + Silvopastoril	BSPC
		Bosque Alto	BAC



**Figura 13.** Estratificación de los sitios de estudio

### C. Inventario forestal

Con el propósito de determinar los volúmenes MV y MM, por cada tipo de bosque (estrato de vegetación), fueron instaladas 4 parcelas permanentes y rectangulares de 10 m ancho x 100 m de largo, previamente localizadas y georreferenciadas, a través de un Inventario Forestal Continuo (IFC), con una intensidad de muestreo de alrededor del 1,5 %. Para ello se siguieron las directrices para las mediciones de restos leñosos en ecosistemas forestales (Harmon y Sexton, 1996; Díaz Zirpolo y Giménez, 2013) (Figuras 14, 15, 16 y 17).

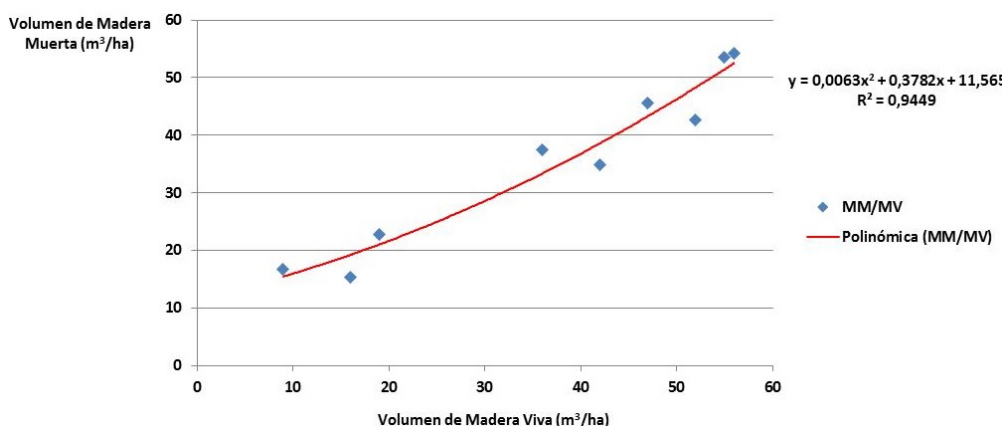


**Figura 14 a 17.** Diferentes tipos de MM muestreados. 14. Árboles muertos en pie. 15. Material fino diámetro <2,5cm. 16. Tocones. 17. Material grueso diámetro >2,5cm.

Con los valores obtenidos del inventario forestal de MV y MM para cada tipo de bosque (Tabla 4), se obtuvo una ecuación polinómica de segundo grado con la finalidad de determinar la relación entre el Vol. MV ( $m^3/ha$ )/Vol. MM ( $m^3/ha$ ) (Figura 18).

**Tabla 4.** Volumen de MV y MM en función de los tipos de bosques para cada sitio de estudio.

Sitios	Tipo de Bosque	Vol. MV (m <sup>3</sup> /ha)	Vol. MM (m <sup>3</sup> /ha)
S1	BBQP	16	15
	ARQP	9	17
	BAQP	19	23
S2	BBPE	42	35
	BRPE	56	54
	BAPE	52	43
S3	BBCO	47	46
	BSCO	36	38
	BACO	55	54



**Figura 18.** Relación de volúmenes de MM/MV

De acuerdo a la cuantificación total realizada, el S1 presentó los valores más bajos de Vol. MV y Vol. MM, lo cual indica que se trata del sitio con mayor degradación a escala predial, como consecuencia de antiguos aprovechamientos realizados según las prácticas locales de corta selectiva e irracional y ganadería extensiva.

Al discriminar la cuantificación según el tipo de bosque, el S1 presentó un volumen medio de MM de 18 m<sup>3</sup>/ha, permitiendo reflejar la gran contribución que ejerce el arbustal (ARQP) en un sitio de mayor degradación.

Los resultados obtenidos a escala departamental y localidad del S2, reflejan que se trata del sitio con mayores superficies de cambios de uso de la tierra, debido a la ganadería extensiva y a la siembra de cultivos de la zona como poroto, garbanzo, sorgo, girasol, cultivos forrajeros y en la actualidad grandes extensiones de soja. Sin embargo el análisis a escala predial, refleja que la presencia del Bosque de Ribera (BRPE) constituye un importante parche de bosque que no fue transformado en su totalidad y que continúa brindando servicios ecosistémicos. Por estas características, el bosque de ribera es de gran valor ecológico y florístico.

En las áreas bajo estudio, la vegetación ha sido objeto de una variedad de disturbios antropogénicos, siendo la corta de maderas duras la más frecuente bajo dos formas prioritarias: aprovechamiento de *Schinopsis lorentzii* para postes y madera aserrada y corta de todas las maderas duras (*Schinopsis lorentzii*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Zizíphus mistol*, *Libidibia paraguariensis*, *Acacia furcatispina*, para producción de carbón (Tálamo *et al.*, 2012).

Volante *et al.*, (2012) sostienen que la vegetación original, en particular los bosques secos, del Chaco Seco están siendo reemplazados rápidamente por extensos campos de cultivo y pastizales a un ritmo alarmante, lo cual pudo comprobarse con nuestro estudio.

Según Giménez *et al.* (2014) el aprovechamiento y la degradación modifican la estructura del bosque y no la composición florística, lo cual pudo corroborarse durante el análisis.

Tálamo *et al.*, (2012) indican para el bosque chaqueño del Parque Copo (distante a unos 70 km del S3 estudiado), influye poco la historia de aprovechamiento en la composición y diversidad de la vegetación leñosa, lo cual sugiere que es bastante resiliente en lo que respecta a la perturbación causada por los usos tradicionales de la tierra (la tala selectiva y el pastoreo extensivo de ganado). Esto concuerda con lo estudiado, puesto que se trata del sitio con mayor grado de cobertura vegetal y menor estado de degradación, es decir la matriz de árboles está siempre presente, sin interesar el grado de aprovechamiento que ha soportado el bosque (Figura 19).

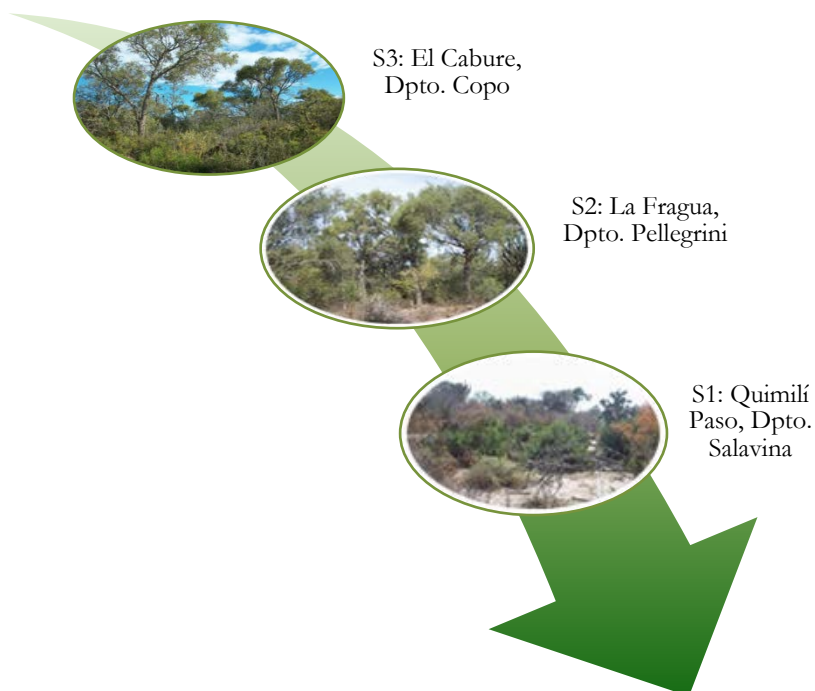


Figura 19. Avance de la degradación en los sitios de estudio a escala predial



## Perspectivas futuras

Según un informe elaborado por la FAO (2015) sobre la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales, la deforestación, degradación y fragmentación del bosque, la contaminación y el cambio climático son fenómenos que están teniendo efectos perjudiciales en la biodiversidad forestal. Los análisis han confirmado que, pese a la multiplicación de los esfuerzos encaminados a la conservación de la biodiversidad llevados a cabo en los últimos 25 años, persiste el riesgo de pérdidas, tal como lo evidencia, la degradación o desaparición del bosque primario, y que esta tendencia probablemente continuará.

Los cambios de uso de la tierra y cobertura del suelo en bosques secos del Chaco se han convertido en un problema importante para las autoridades y un área de intensa disputa política (Paruelo *et al.*, 2011; Seghezzeo *et al.*, 2011; Redaf, 2012).

Para la formulación de políticas, es muy importante contar con información completa porque se puede estar informado no solo de las áreas centrales, sino también de los agentes responsables de la deforestación (De Sy *et al.*, 2015). De allí surge la necesidad de contar con inventarios forestales amplios que permitan integrar en el plano conceptual una metodología apropiada de recopilación completa de datos relativos a nuevas variables de interés como la madera muerta, tal como lo indica Rondeux, (2005).

La superficie de bosque con funciones de protección se mantiene por lo general estable y se espera que siga así en el futuro cercano. Se es cada vez más consciente de la importancia de estas funciones, tanto en lo que respecta a las tierras forestales dedicadas a la producción como a las destinadas a la conservación, y el número de países que presentan informes sobre madera muerta irá probablemente en aumento. Dado el interés que hoy despierta la restauración de los bosques, es previsible que habrá más países que realicen evaluaciones de una mayor superficie de las tierras forestales para comprobar la presencia o ausencia de estas funciones y tomar medidas para contrarrestar la degradación de los bosques (FRA, 2015).

Aunque la mayoría de los países disponen de políticas oficiales para sus sectores forestal y agrícola, existe una necesidad cada vez mayor de políticas sobre el cambio del uso de la tierra de la actividad forestal a la agricultura y viceversa. Así lo exigen los acuerdos internacionales establecidos recientemente, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París sobre el cambio climático (FAO, 2016).

La FAO ha editado la versión 2016 de “El estado de los bosques del mundo (SOFO) 2016”, en la cual, se han realizado estudios de casos en varios países que demuestran que las reformas económicas pueden ayudar a incrementar la productividad agrícola y la seguridad alimentaria y, al mismo tiempo, detener o incluso invertir la deforestación. La planificación integrada del uso de la tierra deberá estar respaldada por políticas adecuadas para promover una actividad forestal y una agricultura sostenibles.

Una buena descripción espacial y temporal de los cambios de uso del suelo permitirá identificar los factores de cambios biofísicos, sociales, políticos y económicos. Por otra parte el seguimiento y monitoreo son herramientas esenciales para el desarrollo y cumplimiento de las políticas de planificación y gestión de uso del suelo.

En concordancia con Vallejos *et al.*, (2015) indican que la descripción espacial explícita de la dinámica de las áreas transformadas constituyen una herramienta indispensable para la gestión de los recursos naturales, la planificación territorial y la investigación impactos de deforestación, entre otros.

Dada la complejidad de los procesos que ocurren a nivel de paisaje, su dinámica estructural y funcional, la clasificación y mapeo del paisaje en el área de estudio debería considerar la escala a la que ocurren los disturbios, en este caso, los desmontes. Las imágenes de los sensores Landsat proveen unas resoluciones espaciales y temporales adecuadas para la identificación de los distintos parches de vegetación presentes y por ende para la realización de una clasificación de las unidades de vegetación (Gasparri y Grau, 2009).

El estudio permitió corroborar que la evaluación de los cambios de uso del suelo (deforestación) en los sitios de análisis, mostraron diferencias según la escala a la que ocurren los disturbios, en este caso, los desmontes.

La relación del volumen de madera viva/volumen de madera muerta, constituye un nuevo criterio para el análisis de las superficies transformadas del bosque cuando la degradación no genera claros en el dosel.

## Referencias Bibliográficas

- Angelsen, A. 2008. How Do We Set the Reference Levels for REDD Payments? In A. Angelsen (ed.), *Moving Ahead with REDD: Issues, Options and Implications*. Bogor, Indonesia: Centre for International Forestry Research (CIFOR).
- Angelstam, P. 1996. *Ghost of forest past – natural disturbance regimes as a basis for reconstruction of biologically diverse forests in Europe*. Conservation of faunal diversity in forested landscapes. 287-337.
- Baker, T. R.; E. N. Honorio Coronado; O. L. Phillips; J. G. Martín; M. F. Van Der Heijden; M. García y J. S. Espejo. 2007. Low stocks of coarse woody debris in a southwest Amazonian forest. *Oecologia* 152: 495-504.
- Boletta, P.; A. Ravelo; A. Planchuelo y M. Grilli. 2006. Assessing deforestation in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management* 228: 114-118.
- Bravo, S.; A. Giménez; C. Kunst y G. Moglia. 2003. El fuego y las plantas. *En: Kunst, Bravo y Panigatti, (Ed.). Fuego en los ecosistemas argentinos*. Ediciones INTA, 6: 61-70.
- Chambers, J. Q.; J. P. Higuchi; L. V. Schimel; Ferreira y J. M. Melack. 2000. Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forests of the central Amazon. *Oecologia* 122: 380-388.
- Díaz Zirpolo, J. y A. M. Giménez. 2013. Cuantificación y calificación de madera muerta en un bosque del Chaco Semiárido. *Quebracho*. 21 (1-2): 103-114. ISSN: 0328-0543.
- FAO. 2016. *El estado de los bosques del mundo 2016*. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma. [en línea] Disponible en: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/6547e46e-3e6f-4c47-8dcb-8e5c19a18e00/>.
- FAO. 2015. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015*. Roma. [en línea] Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/fra>.
- FAO. 2007. *Situación de los Bosques del Mundo, 2007*. Roma. Pp. 143.
- FAO. 2005. *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales*. Roma.

- Gasparri, N. I y R. H. Grau. 2009. Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007). *Forest Ecology and Management* 258: 913-921.
- Gasparri, 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: 1247-1261.
- Geist, H. and E. Lambin. 2001. *What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence*. *Land-Use and Land-Cover Change (LUCC)* Report Series 4. Lovaina la Nueva (Bélgica), Programa Internacional Geosfera-Biosfera (PIGB) Disponible en: [www.pik-potsdam.de/~luedeke/lucc4.pdf](http://www.pik-potsdam.de/~luedeke/lucc4.pdf).
- Giménez, A. M. y J. G. Moglia. 2003. *Árboles del Chaco Argentino: guía para el reconocimiento dendrológico*. ISBN 987 95852-9-1. 307 pag.
- Grau, H; N. Gasparri y T. M. Aide. 2005. Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. *Environmental Conservation* 32: 140-148.
- GWF-Global Forest Watch. 2014. Disponible en: <http://www.globalforestwatch.org/>
- Hansen, M. C.; P. V. Potapov; R. Moore; M. Hancher; S. A. Turubanova; A. Tyukavina; D. Thau; S. V. Stehman; S. J. Goetz; T. R. Loveland; A. Kommareddy; A. Egorov; L. Chini; C. O. Justice y J. R. G. Townshend. 2013. *Hansen/UMD/Google/USGS/NASA cubierta de árboles y cubierta de la pérdida de árboles y de ganancia, perfiles de países*. Universidad de Maryland, Google, USGS, y la NASA. Disponible en: [www.globalforestwatch.org](http://www.globalforestwatch.org).
- Hardcastle, P. D. and D. Baird. 2008 *Capability and cost assessment of the major forest nations to measure and monitor their forest carbon*. Office of Climate Change. LTS International, Penicuik, UK. Disponible en: <http://www.occ.gov.uk/activities/eliasch.htm>.
- Harmon, M. E.; J. F. Franklin; F. J. Swanson; P. Sollins; S. V. Gregory; J. D. Lattin; N. H. Anderson; S. P. Cline; N. G. Aumen; J. R. Sedell; G. W. Lienkaemper; K. J. R. Cromack; K. W. Cummins. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 15: 133-302.
- Herold, M. and M. Skutsch. 2011. Monitoring, reporting and verification for national REDD+ programmes: two proposals. *Environmental Research Letters* 6 (014002).
- Hosonuma, N.; M. Herold; V. De Sy; R. S. De Fries; M. Brockhaus; L. Verchot; A. Angelsen; E. Romijn. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters, in review*, 7(4): 0044009, 12.
- Jeffers, J. N. R. 1996. *Measurement and characterisation of biodiversity in forest ecosystems*. New methods and models. European Forest Institute, EFI Proceedings, 6: 59-67.
- Kissinger, G.; M. Herold y V. De Sy. 2012. *Drivers of deforestation and forest degradation: a synthesis report for REDD+ policymakers*. Vancouver (Canadá), Lexeme Consulting. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Morello, J. y A. Rodriguez. 2009. *El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro*. ISBN 978-987-9260-73-9. 432 p.
- Morello, J. y J. Adamoli. 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. Segunda Parte: Vegetación y ambiente de la Provincia del Chaco". *INTA Serie Fitogeográfica* 13: 1-130.
- Paruelo, J. M.; S. R. Verón; J. N. Volante; L. Seghezzo; M. Vallejos; S. Aguiar; L. Amdan; P. Baldassini; B. Davanzo; E. González; J. Landesmann y D. Picardi. 2011. Elementos conceptuales y metodológicos para la Evaluación de Impactos Ambientales Acumulativos (EIAAc) en bosques subtropicales. El caso del este de Salta, Argentina. *Ecología Austral*. 21, 163-178.
- Pelz, D. R. 1995. *Non-timber variables in forest inventories*. The Monte Verità Conference on Forest Survey designs. "Simplicity versus efficiency" and assessment of non-timber resources, Birmensdorf, Suiza, Instituto Federal Suizo de Bosques, Nieve e Investigación Paisajística. p. 103-109.

- Polasky, S.; E. Nelson; D. Pennington and K. Johnson. 2011. The impact of land-use change on ecosystem services, biodiversity and returns to landowners: A case study in the state of Minnesota. *Environmental and Resource Economics* 48(2): 219-242
- Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF). 2012. *Monitoreo de Deforestación en los Bosques Nativos de la Región Chaqueña Argentina*. Informe N°1. Ley de Bosques, análisis de deforestación y situación del Bosque Chaqueño en la provincia Observatorio de Tierras, Recursos Naturales y Medioambiente, Bosque Nativo en Salta.
- Rondeux, J. 2005. Inventarios forestales y biodiversidad. [en línea] [fecha de consulta: agosto 2013] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x0963s/x0963s09.htm>.
- Schwendtner, O.; I. Recalde; J.T. Alcalde; J. Gómez y S. Cárcamo. 2005. Importancia de los árboles senescentes y la madera muerta en la gestión de los bosques naturales. En: S.E.C.F.-Gobierno de Aragón (eds.), Actas 4º Congreso Forestal Español. CD-Rom. Imprenta Repes, S.C. Zaragoza. Tomo 1, p. 146.
- Seghezzo, L.; J. N. Volante; J. M. Paruelo; D. J. Somma; E. C. Buliubasich; H. E. Rodriguez; S. Gagnon y M. Hufty. 2011. Native forests and agriculture in salta (Argentina): conflicting visions of development. *Journal Enviroments Dev.* 20 (3): 251-277.
- Tálamo, A.; J. López de Casenave y M. Caziani. 2012. Components of woody plant diversity in semi-arid Chaco forests with heterogeneous land use and disturbance histories. *Journal of Arid Environments* 85: 79-85.
- Tarasofsky, R. G. 1995. *The International Forest Regime Legal and Policy Issues*. UICN Unión Mundial para la Conservación.
- Torrella, S y J. Adámoli. 2005. Capítulo: Situación ambiental de la Ecorregión del Chaco Seco. Libro: *La Situación Ambiental Argentina*. Editores: Brown A, Martínez Ortiz U, Acerbi M. y Corcuera J. Publicado por Fundación de Vida Silvestre.
- UMSEF. 2002. Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de Argentina. Dirección de Bosques - SAyDS.
- Vallejos, M.; J. Volante; J. M. Mosciaro; L. M. Vale; M. L. Bustamante y J. M. Paruelo. 2015. Transformation dynamics of the natural cover in the Dry Chaco ecoregion: A plot level geo-database from 1976 to 2012. *Journal of Arid Environments*. 123: 3-11.
- Volante, J. N.; D. Alcaraz-Segura; J. M. Mosciaro; E. F. Viglizzo y J. M Paruelo. 2012. Ecosystem functional changes associated with land clearing in NW Argentina. *Agric. Ecosyst. Environ.* 154: 12-22.
- Volante, J. N.; A. R. Bianchi; H. P. Paoli; Y. E. Noé; H. J. Elena. 2006. *Análisis de la Dinámica del Uso del Suelo Agrícola del Noroeste Argentino Mediante Teledetección y SIG. Período 2000-2005*. Ediciones INTA. Pp. 64.