



República Argentina
Ministerio de Salud y Ambiente

Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sustentable



Dirección de Bosques



MAPA FORESTAL PROVINCIA DE FORMOSA

Actualización Año 2002

Autores

Licenciada Julieta Bono
Licenciada María Gabriela Parmuchi
Ingeniero Forestal Ignacio Gasparri
Ingeniera Agrónoma Celina Montenegro
Geógrafa Mabel Strada
Ingeniero Forestal Eduardo Manghi

Marzo 2005

Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Doctor Atilio Armando Savino

**Subsecretario de Recursos Naturales, Normativa, Investigación
y Relaciones Institucionales**
Doctor Homero Bibiloni

Director Nacional de Recursos Naturales y Conservación de la Biodiversidad
Ingeniero Forestal Carlos Merenson

Director de Bosques
Ingeniero Forestal Jorge Luis Menéndez

1. Introducción

La Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF) dependiente de la Dirección de Bosques tiene por misión el monitoreo de los bosques nativos, para la detección, cuantificación y seguimiento a lo largo del tiempo de procesos de origen natural y/o antrópico que modifican la estructura y/o extensión de los ecosistemas forestales naturales.

En esta etapa, la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal ha priorizado el monitoreo de la deforestación y la fragmentación del bosque en las regiones del Parque Chaqueño, Selva Tucumano Boliviana y Selva Misionera, esperando incorporar gradualmente otros aspectos. En este marco, es que se realiza el presente trabajo el cual forma parte de las tareas de actualización de la cartografía forestal correspondiente a la región de Parque Chaqueño.

Los resultados obtenidos serán publicados de manera gradual en función de los avances de las tareas, en una serie de documentos que presentarán los resultados por provincia, luego por región forestal y finalmente por país. El presente documento forma parte de los resultados de la serie antes mencionada.

La UMSEF utiliza principalmente técnicas de sensoramiento remoto y sistemas de información geográfica para el monitoreo de los cambios en los bosques nativos. En función de ello, se han identificado procesos que originan cambios con posibilidades de ser detectados y analizados, tal es el caso de:

- **Deforestación:** representa la pérdida de superficie de bosque debido al avance de la frontera agropecuaria y/o crecimiento urbano. Este proceso presenta una alta variación espacial y responde a la combinación de factores socio-económicos y naturales que determinan la forma en que se produce. En Argentina, existen procesos de deforestación de variadas características, por ejemplo la expansión de la agricultura migratoria asociada a los accesos en la provincia de Misiones; el aumento de superficie cultivada para soja en Salta, Chaco, Santiago del Estero, entre otras, y la expansión urbana de centros turísticos en la Patagonia.
- **Fragmentación:** es una consecuencia de la pérdida de superficie de bosque. Consiste en la modificación de la estructura natural del paisaje y generalmente implica la pérdida de la continuidad espacial de los bosques. Su medición es compleja y existen numerosos índices para estimarla basados en información espacial. La fragmentación es de importancia ya que condiciona la efectividad de medidas de conservación y las opciones de manejo de posible aplicación.
- **Incendios:** pueden ser de origen natural o antrópico y se pretende avanzar en la geolocalización de los eventos de incendio y la cuantificación de la superficie por tipo de vegetación afectada en los principales sucesos.
- **Extracción forestal:** es la remoción de biomasa del bosque para uso humano. Puede consistir en la extracción selectiva por parte de empresas madereras de unos pocos ejemplares de alto valor como sucede en la Yungas y la Selva Misionera, pero

también puede consistir en la eliminación de gran parte de la biomasa como son los aprovechamientos forestales de lenga en Tierra del Fuego o la extracción de leña y carbón en el Chaco árido y semiárido.

- **Recuperación de bosques secundarios:** se pretende determinar la superficie ocupada por bosques secundarios en distinta etapa de desarrollo. Se entiende por bosque secundario una secuencia de cobertura boscosa posterior a la devastación antropogénica de más del 90% de la cobertura boscosa primaria, medrando en una superficie de tal dimensión, que el cambio del microclima y las distintas condiciones de regeneración conducen a una estructura distinta del bosque original, con otra composición de especies arbóreas y otra dinámica sin haber alcanzado de nuevo su estado original (Emrich Anette et al. 2000). Una gran concentración de bosques secundarios, localmente denominados "capuerras", se encuentra en la provincia de Misiones como consecuencia de la aplicación de la agricultura migratoria, también se puede encontrar agricultura migratoria en algunos sectores del norte de Salta. En menor medida se encuentran bosques secundarios en tierras agrícolas abandonadas, denominados localmente "fachinales", en la región Parque Chaqueño.
- **Degradación:** proceso de transformación de bosques que por pérdida de biomasa resultan en bosques empobrecidos que no poseen la misma estructura, composición, función o productividad y que por lo tanto ven comprometida su capacidad de proveer bienes y servicios. La pérdida de biomasa puede deberse a causas naturales como plagas, enfermedades, fenómenos climáticos y catástrofes; o antropogénicas, como la extracción forestal sin planificación, que probablemente sea la causa de mayor importancia.
- **Invasión con especies exóticas:** este proceso fue identificado como una amenaza para los ecosistemas forestales en el Convenio sobre Diversidad Biológica. Se pretende utilizar como antecedentes trabajos científicos a fin de mejorar los conocimientos de la repercusión de las especies exóticas en los ecosistemas forestales al determinar la superficie afectada por distintos grados de invasión. Debe hacerse notar que es factible utilizar sensores remotos con aquellas especies que producen un cambio significativo en la estructura de la vegetación natural como por ejemplo el "ligustro" y en algunos casos ciertas coníferas.
- **Plagas y enfermedades:** se pretende determinar la superficie para distintos grados de afectación de los bosques por enfermedades y/o plagas. Deben consistir en enfermedades extensivas con consecuencias significativas sobre la composición y estructura del bosque. Por el momento se ha identificado como factible de ser estudiada "el mal del ciprés" que ocasiona la muerte de rodales completos de *Austrocedrus chilensis* (Havrylenko et al., 1989).
- **Cambios de distribución y dinámica:** principalmente asociado al proceso de cambio climático se producen cambios en la distribución de los ecosistemas y de los patrones de disturbios. Algunos ejemplos con evidencias científicas son la expansión del ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) (Veblen y Margraf, 1988) sobre la estepa patagónica o la del aliso del cerro (*Alnus acuminata*) (Grau, 1985) sobre los pastizales de altura. Otros casos a determinar son la expansión del cebil colorado

(*Anadenanthera colubrina*) en el Parque Chaqueño semiárido y la expansión del pino del cerro (*Podocarpus parlatorei*) sobre los pastizales en la provincia de Catamarca. Los cambios en los patrones climáticos también condicionan la expansión agrícola como puede estar sucediendo en el Norte de Córdoba o en el Este de Salta.

2. Área de Interés: Provincia de Formosa

La provincia de Formosa se encuentra ubicada en el sector norte de la República Argentina (Figura 1), y posee una superficie de 72.066 km² con una población total en el año 2001 de 486.559 personas, de las cuales aproximadamente 108.377 son población rural (INDEC, 2003). Desde el punto de vista fitogeográfico, la provincia posee formaciones boscosas correspondientes a la región del Parque Chaqueño (Parodi, 1964; Ragonese, 1967; Cabrera, 1976; Red Agroforestal Chaco Argentina, 1999) (Figura 1). En la región oriental, correspondiente a la subregión del Chaco Húmedo, la vegetación característica está formada por bosques de quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), con otras especies arbóreas como *Caesalpinia paraguariensis*, *Astronium balansae*, *Ruprechtia laxiflora* y *Patagonula americana*, mezclados con palmares, sabanas de caranday (*Copernicia australis*) y pajonales. Cerca de los ríos existen bosques en galería de aliso (*Tessaria integrifolia*) y sauce (*Salix humboldtiana*). En la región occidental correspondiente al Chaco Seco o Semiárido, la vegetación está dominada fundamentalmente por bosques xerófilos donde las especies forestales más destacadas son el quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*), el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), el mistol (*Ziziphus mistol*), palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) y varias especies del género *Prosopis*, como el algarrobo.

Los cultivos en la provincia son de especies forrajeras (alrededor de 75.000 ha), cereales principalmente maíz (alrededor de 14.000 ha), algodón (alrededor de 11.600 ha) y hortalizas, mayoritariamente batata y zapallo (alrededor de 10.500 ha). A su vez, en toda la provincia se practica la ganadería extensiva existiendo en la provincia 1.340.000 cabezas de ganado bovino, 82.000 ovino, 89.000 porcino y 147.000 caprino aproximadamente (CNA 2004).

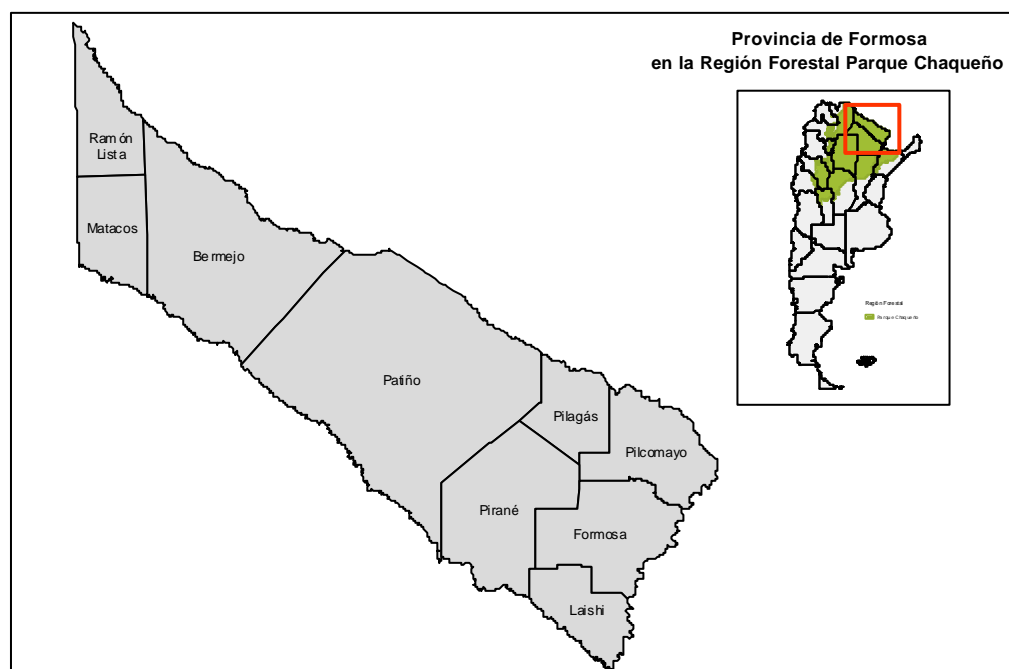


Figura 1. Mapa con división política administrativa de la provincia de Formosa indicando la región forestal a la que pertenece.

3. Metodología

La Dirección de Bosques confeccionó la presente actualización utilizando como información de base los contenidos publicados en “Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de Argentina” (UMSEF, 2002) y una nueva serie de imágenes satelitales.

Los resultados que se obtienen a partir de dicha actualización permiten obtener nuevos datos de superficie de Tierras forestales, Bosques rurales, Otras tierras forestales y Otras tierras (año 2002) y conocer a su vez, la pérdida de superficie boscosa durante el período 1998-2002 y el nivel de fragmentación.

3.1 Definiciones de las categorías principales

Las distintas categorías se basaron principalmente en la cobertura de copas, continuidad y características fisonómicas. Se utilizó la clasificación propuesta por la FAO mediante el FRA 2000 (Evaluación de los Recursos Forestales al Año 2000) adaptada a las características y particularidades de la Argentina, definiéndose los siguientes tipos de coberturas de la tierra:

Clase de cobertura de la tierra	Definición
Tierras forestales	Tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 20 por ciento del área y una superficie superior a 10 hectáreas (ha). Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 7 metros (m) a su madurez <i>in situ</i> . Puede consistir en formaciones forestales cerradas, donde árboles de diversos tamaños y sotobosque cubren gran parte del terreno.
Otras tierras forestales	Tierras donde la cubierta de copa (o su grado de espesura equivalente) tiene entre 5 y 20 por ciento de árboles capaces de alcanzar una altura de 7 m a su madurez <i>in situ</i> , o tierras con una cubierta de copa de más del 20 por ciento (o su grado de espesura equivalente) en la que los árboles no son capaces de alcanzar una altura de 7 m a su madurez <i>in situ</i> (por ej. árboles enanos o achicados); o aquellas donde la cubierta arbustiva abarca más del 20 por ciento.
Bosques rurales	Remanentes de bosque natural en un paisaje agrícola, menores a 1000 hectáreas.
Otras tierras	Tierras no clasificadas como forestales u otras tierras forestales (especificadas más arriba). Incluye tierras agrícolas, praderas naturales y artificiales, terrenos con construcciones, tierras improductivas, etc.

3.2 Fuentes de información

3.2.1 Imágenes satelitales

En la tabla 1 se detallan las imágenes satelitales empleadas en la Cartografía y Superficie de Bosque Nativo (UMSEF, 2002) y las utilizadas en el presente trabajo, indicando tipo de imagen y fechas de adquisición.

Estudio	Sistema	Path	Row	Fecha
Cartografía y Superficie de Bosque Nativo (Diciembre 2002)	LANDSAT 5 TM	226	077	22/09/97
		226	078	22/09/97
		226	079	22/09/97
		227	077	12/08/97
		227	078	12/08/97
		228	076	11/02/98
		228	077	26/01/98
		229	076	22/07/98
Actualización de la Cartografía y Superficie de Bosque Nativo	LANDSAT 7 ETM	229	077	21/02/99
		226	077	11/08/02
		226	078	11/08/02
		226	079	27/08/02
		227	077	07/02/02 – 18/08/02
		227	078	18/08/02
		228	076	09/08/02
		228	077	31/03/01 – 18/05/01
		229	076	28/07/01
229	077	21/07/01 - 15/07/02		

Tabla 1. Imágenes satelitales utilizadas, correspondientes a la provincia de Formosa.

En la figura 2 se puede observar la ubicación de cada una de las distintas imágenes Landsat 5 TM y 7 ETM antes mencionadas.

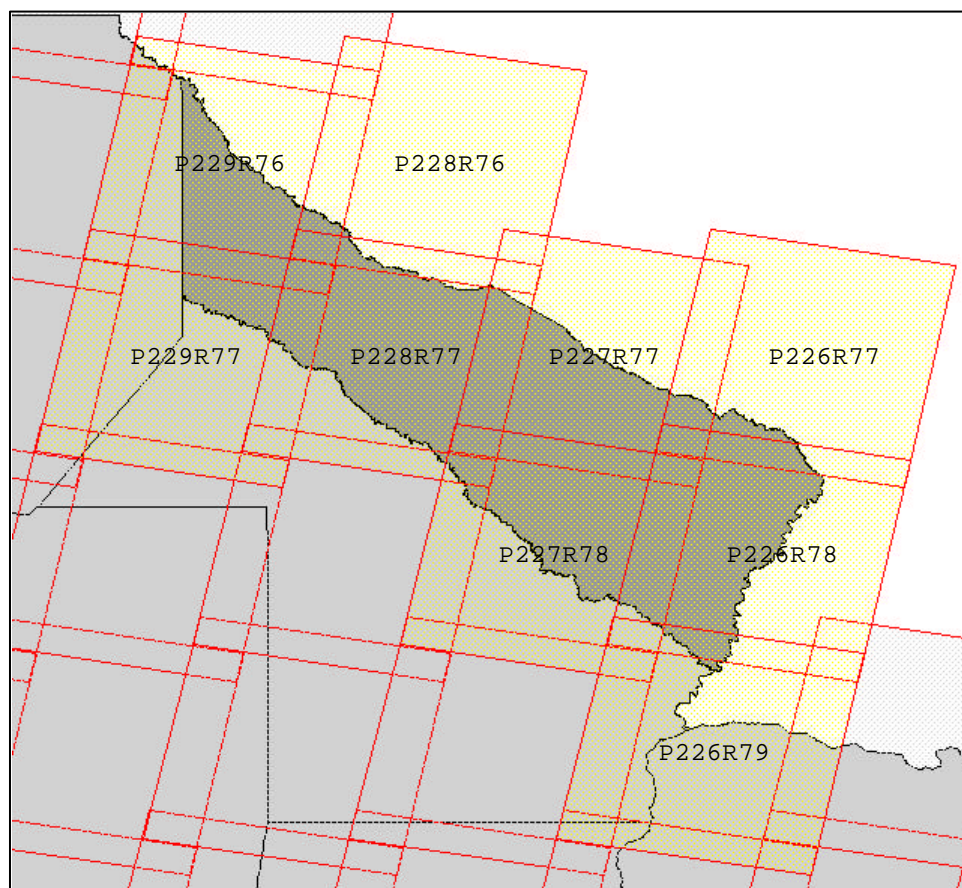


Figura 2. Imágenes satelitales correspondientes a la provincia de Formosa.

3.2.2 Cartografía de Base

En la figura 3 se indican las cartas digitales del Instituto Geográfico Militar en escala 1:250000 (SIG 250) utilizadas para la elaboración de la cartografía y ubicación en el área de estudio.

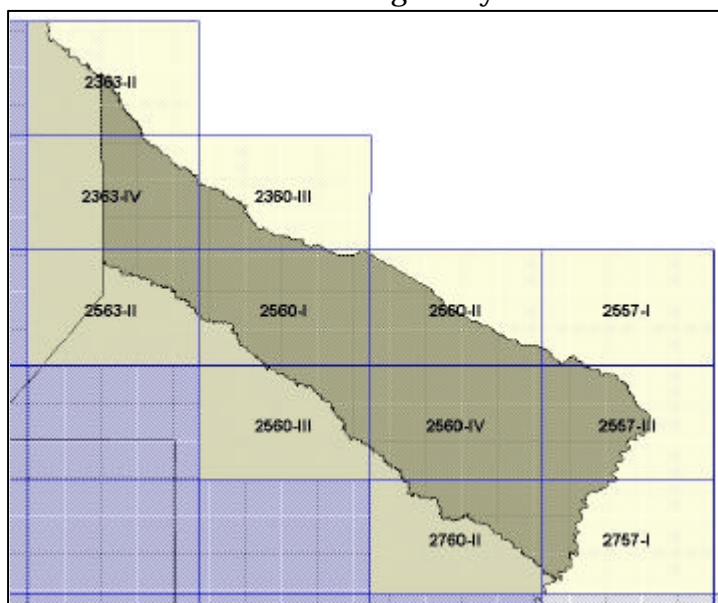


Figura 3. Cartas del Instituto Geográfico Militar –escala 1:250000 (SIG 250) correspondientes a la provincia de Formosa.

3.3 Procesamiento de datos satelitales, generación de cartografía temática y cálculo de superficie

En primer término, se procedió al preprocesamiento de las imágenes satelitales, se importaron y georreferenciaron las imágenes Landsat 7 ETM seleccionadas para la Actualización de la Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de la provincia de Formosa (Tabla 1), en el sistema de proyección conforme Gauss Krüger, en la faja correspondiente y Datum WGS 84. Luego se corregistraron las imágenes Landsat 5 TM utilizadas para la Cartografía y Superficie de Bosque Nativo (UMSEF, 2002) utilizando como referencia la serie de imágenes Landsat 7 ETM georreferenciadas previamente.

En una segunda etapa, se procedió a la actualización de la cobertura de bosque nativo correspondiente a la provincia de Formosa, previo ajuste de la misma a las imágenes Landsat 7 ETM y su revisión. La actualización de la cobertura se realizó mediante la interpretación visual de las imágenes satelitales, a una escala aproximada de 1:50.000, identificando los cambios de cobertura de la tierra (áreas deforestadas, regeneradas, degradadas, etc.).

El procedimiento de interpretación visual es apropiado para la detección de cambios, tales como la deforestación y fragmentación, ya que el reemplazo de bosque por tierras agrícolas representa cambios en los valores espectrales de las imágenes contrastantes como así también formas características que favorecen su identificación.

En la figura 4, se pueden observar ejemplos de los procesos de recuperación, degradación, fragmentación y deforestación al comparar imágenes satelitales en falso color compuesto de las dos fechas analizadas con una combinación de bandas RGB 453. En sitios identificados como Otras tierras en el año 1998 (de tonalidades rosadas, amarillas, celestes o verdes claras) se evidencia un proceso de recuperación en el año 2002 caracterizado por la aparición de tonos rojizos a marrones que alternan con las tonalidades verde o celeste claro correspondientes a la vegetación arbustiva o arborea muy abierta. La degradación generalmente se caracteriza por un cambio de tonalidad (disminuyendo las tonalidades pardo rojizas o verde oscuras) y de textura (aparición de tonalidades verdes claras o celestes correspondientes a pastizales o suelo desnudo dentro de los manchones de bosque). La fragmentación se evidencia en las imágenes satelitales como manchones o "islas" de bosques en medio de un paisaje agrícola en el año 2002, mientras que en 1998, dichos manchones de bosques pertenecían a una masa boscosa de grandes dimensiones (mayores a 1000 ha). La deforestación se caracteriza por el reemplazo de zonas con tonalidades pardo rojizas o verde oscuras (bosques) a tonalidades celestes (suelo desnudo) o verdosas y/o anaranjadas (pasturas o cultivos) que en la mayoría de los casos presentan formas geométricas que responden a prácticas de desmontes sistemáticos.

En último término, se confeccionó el mapa forestal, integrando la cobertura correspondiente a las distintas categorías de uso de la tierra con aquellas correspondientes a la cartografía sistemática del país SIG 250 del Instituto Geográfico Militar (IGM) y se reproyeccionaron los datos integrados a coordenadas planas (Proyección Conforme Gauss-Krüger - Meridiano Central 60° W - Datum WGS 84). Se calculó la superficie de los diferentes estratos en su faja correspondiente.

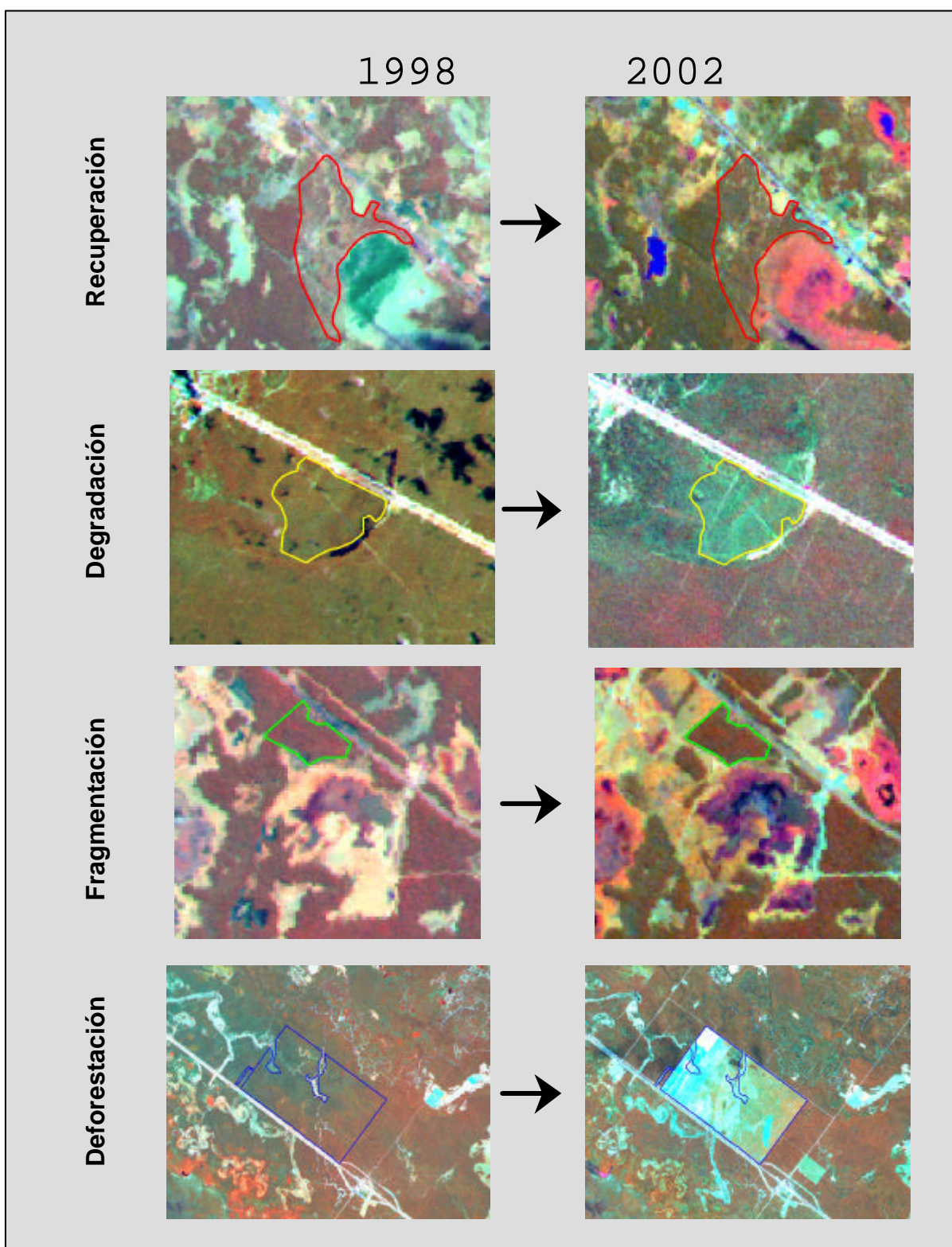


Figura 4. Recortes de imágenes Landsat en falso color compuesto (R4G5B3) ejemplificando la detección de cambios correspondiente a los procesos de recuperación, degradación, fragmentación y deforestación.

3.4 Cálculo de la tasa anual de deforestación

La deforestación es uno de los problemas ambientales más importantes a escala global, lo que ha llevado a que se realicen numerosos esfuerzos para cuantificarla. En este trabajo se cuantificó la deforestación a través de la Tasa Anual de Deforestación que es un indicador de la magnitud de dicho proceso que no considera otros tipos de cambio en la cobertura forestal, como la regeneración, la fragmentación de bosques y otros. Debido a ello, se calculó en esta ocasión este índice en lugar de la “Tasa Anual de Cambio de la Cobertura Forestal” que también suele ser empleado.

La Tasa Anual de Deforestación ha sido utilizada en numerosas oportunidades para analizar los cambios de cobertura forestal, sin embargo, las diferencias en la escala de análisis, los periodos de tiempo considerados y los procedimientos aplicados no siempre permiten que los resultados de distintos estudios sean comparables.

Una de las formas más intuitivas y comunes de expresar la deforestación es como la proporción (en %) de la superficie de bosque presente al inicio del período que continúa siendo bosque al final del período analizado. Esta expresión tiene el inconveniente de ser un valor relativo, arbitrariamente relacionado con la superficie inicial, lo que limita seriamente las posibilidades de comparación entre estudios. Otra forma de expresar la deforestación, es como una proporción de la superficie total del área de análisis, corresponda o no a superficies de bosque (por ejemplo el % deforestado de la superficie total de una provincia) (Steininger et al., 2001). Esta forma de expresión tiene el mismo problema que la anterior al ser una proporción de una superficie definida arbitrariamente que puede corresponder a límites políticos u otro criterio.

Existe un grupo de algoritmos utilizados para el cálculo de la tasa de la deforestación que se relacionan con la fórmula de Interés Compuesto. Puyravaud (2003) realiza un análisis de este grupo de fórmulas. Por su parte, la FAO utiliza la siguiente fórmula:

$$q = \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^{1/(t_2 - t_1)} - 1 \quad (1)$$

Donde

A_1 : superficie de bosque al inicio del período

A_2 : superficie de bosque al final del período

t_1 : año de inicio del período

t_2 : año final del período

En la expresión (1) q sería equivalente a la tasa de interés utilizada en los cálculos financieros, aunque es una forma particular de la expresión general dada por la fórmula (2) que es equivalente al cálculo del capital futuro reemplazando A_2 por el capital al final del período y A_1 por el capital inicial.

$$A_2 = (A_1 + q)^t \quad (2)$$

Cuando el tiempo se considera continuo, el interés debe ser agregado de manera continua y la fórmula (2) se puede expresar como:

$$A_2 = A_1 e^{rt} \quad (3)$$

La fórmula (3) es la expresión de interés compuesto y r es la tasa. Para el procedimiento práctico de cálculo de r , el mismo autor propone el siguiente algoritmo:

$$r = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \times \ln \frac{A_2}{A_1} \quad (4)$$

La fórmula (4) será la utilizada por la UMSEF para el cálculo de la tasa anual de deforestación puesto que esta fórmula tiene un significado matemático y biológico. Por otra parte, a diferencia de las otras formas de cálculo, r no subestima la tasa anual de deforestación cuando los cambios son muy grandes y acelerados.

En la figura 5 se observa el comportamiento de r y q utilizando una superficie arbitraria de 2000 unidades a la cual se le descuentan 100 unidades por período. Se calcularon los valores aplicando períodos de una unidad y de cinco unidades de tiempo. En ellos se puede observar que r tiende a ser mayor que q a medida que la superficie original se agota.

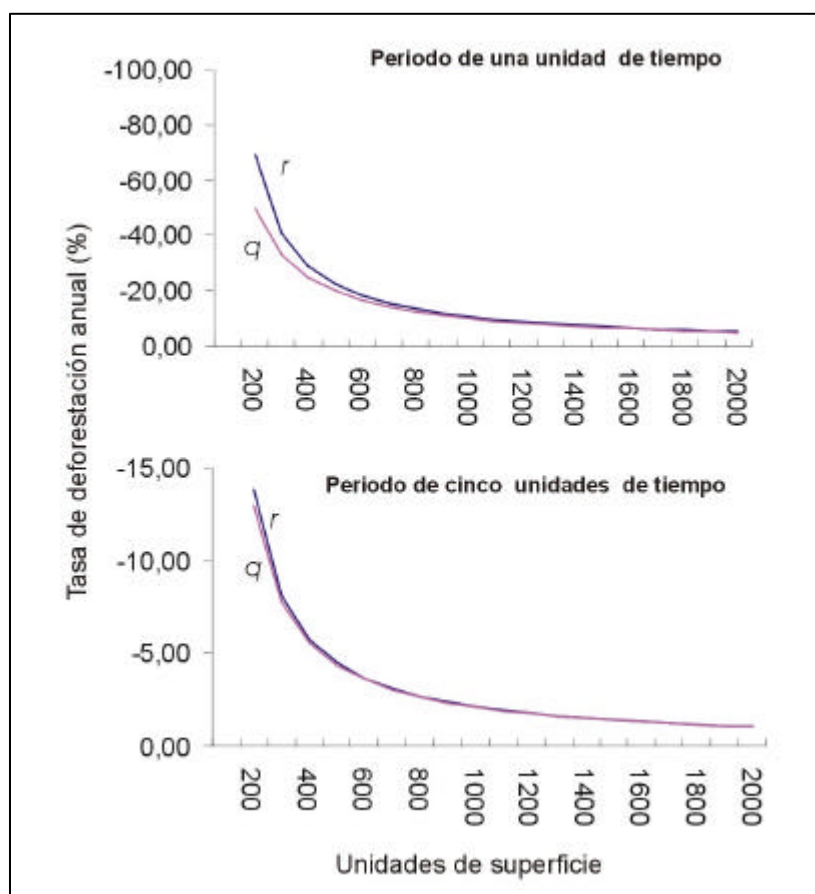


Figura 5. Comportamiento de q y r para distinta duración de períodos (1 y 5 unidades de tiempo) aplicando una pérdida constante de 100 unidades de superficie por período.

4. Resultados

4.1 Superficie de Bosque Nativo – Período 1998-2002

En la tabla 2 se muestran los datos obtenidos a partir de la Actualización de la Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de la provincia de Formosa.

Tipo de cobertura	Año 1998*	Año 2002**	Fuentes de variación¹ 1998-2002	
Tierras forestales	3.103.371	2.939.495	Deforestación	-18.178
			Fragmentación	-2.428
			Regeneración	127
			Degradación	-1.042
			Rectificación	-148.186
			Edición	5.831
Bosques rurales	197.388	112.624	Deforestación	-1.799
			Fragmentación	2.428
			Regeneración	0
			Degradación	0
			Rectificación	-84.747
			Edición	-646
Otras tierras forestales	577.180	862.137	OTF a OT***	-2.034
			Recuperación	1.413
			Regeneración	-127
			Degradación	1.042
			Rectificación	285.604
			Edición	-941
Otras tierras	3.676.923	3.640.589	Deforestación	19.977
			OTF a OT	2.034
			Regeneración	0
			Recuperación	-1.413
			Rectificación	-52.671
			Edición	-4.261

* La cartografía y superficie de bosque nativo de Argentina presentada en diciembre 2002 se realizó con imágenes satelitales, principalmente del año 1998.

** Actualmente se está llevando a cabo la actualización de la cartografía y superficie de bosque nativo de Argentina con imágenes satelitales, principalmente del año 2002.

*** OTF a OT = Otras tierras forestales a Otras tierras.

¹ Ver aclaraciones de términos en el Glosario.

La deforestación en la provincia de Formosa, entre los años 1998 y 2002, es de 19.977 hectáreas.

La deforestación en la provincia de Formosa no presenta entre los años analizados un valor de importancia en comparación con otras provincias representativas de la región Parque Chaqueña como Santiago del Estero, Chaco, Salta y Córdoba. Por lo tanto, la fragmentación evidenciada tampoco fue notoria y la superficie ocupada por manchones de bosque nativo menores a 1.000 ha (Bosques rurales) aumentó solamente en 2.428 ha.

Las áreas deforestadas están localizadas principalmente en los departamentos de Patiño y Bermejo (Figura 6 y Tabla 3).

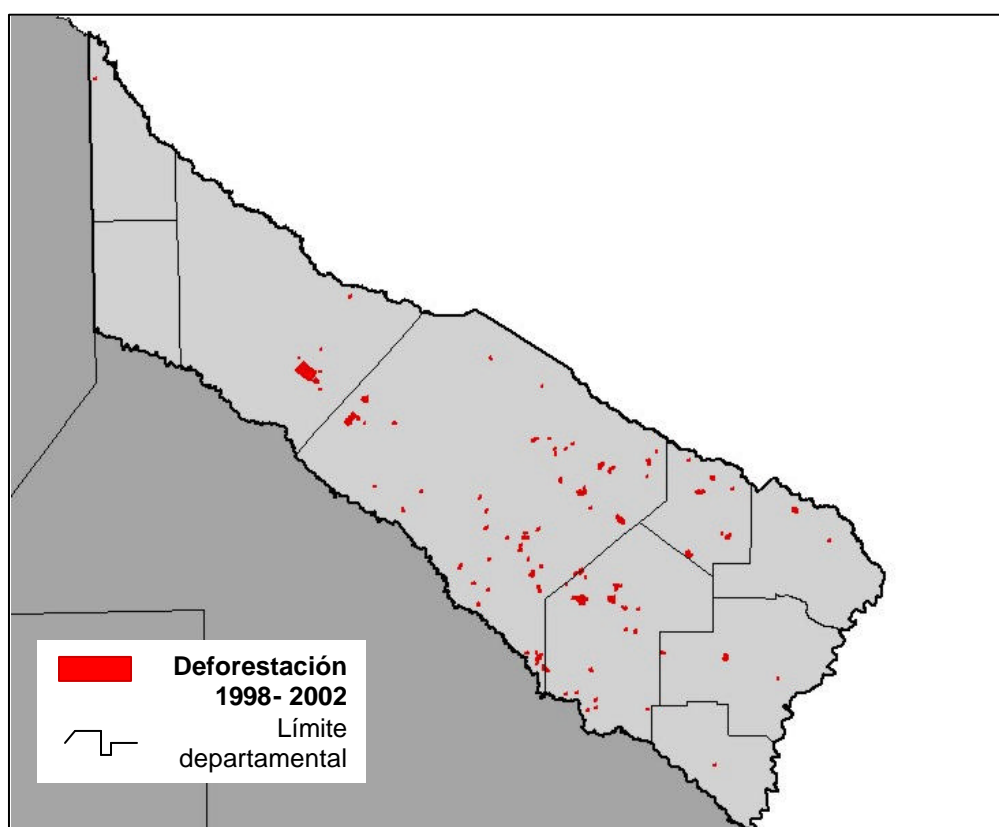


Figura 6. Deforestación durante el período 1998 – 2002 en la provincia de Formosa.

Departamento	Superficie deforestada (ha)
Patiño	8.016
Bermejo	6.480
Pirané	3.229
Pilagás	1.289
Formosa	494
Pilcomayo	348
Laishi	78
Ramón Lista	43

Tabla 3. Superficie deforestada durante el período 1998 – 2002 de los distintos departamentos que componen la provincia de Formosa.

4.2. Tasa anual de deforestación - Período 1998-2002

La tasa anual de deforestación correspondiente a la provincia de Formosa es:

$$r = - 0.16 \%$$

La tasa obtenida para la provincia es inferior a la calculada para todo el mundo en el período 1990-2000 que es de -0.23 (Puyravaud, 2003) y junto con Jujuy a la observada para el resto de las provincias. A su vez, esta tasa es la más baja para la región Parque Chaqueño en las provincias analizadas hasta el momento (Tabla 4).

Tabla 4. Tasa Anual de Deforestación (r) para distintas regiones del mundo y algunas provincias argentinas.

Lugar	Período	r (% anual)
El mundo (Puyravaud, 2003)	1990-2000	-0.23
África (Puyravaud, 2003)	1990-2000	-0.78
Tierras Bajas, Bolivia (Steininger et al., 2001)	1975-1998	-2.81
Selva Lacandona (Mendoza y Dirso, 1999)	1974-1991	-1.57
Provincia del Chaco (UMSEF, 2003)	1998-2002	-0.57
Provincia de Salta (UMSEF, 2004c)	1998-2002	-0.69
Parque Chaqueño (Provincia de Salta) (UMSEF, 2004c)	1998-2002	-0.81
Provincia de Tucumán (UMSEF, 2004e)	1998-2002	-0.68
Parque Chaqueño (Provincia de Tucumán) (UMSEF, 2004e)	1998-2002	-1.97
Provincia de Jujuy (UMSEF, 2004b)	1998-2002	-0.16
Parque Chaqueño (Provincia de Jujuy) (UMSEF, 2004b)	1998-2002	-0.46
Provincia de Córdoba (UMSEF, 2004a)	1998-2002	-2.93
Provincia de Santiago del Estero (UMSEF, 2004d)	1998-2002	-1.18
Provincia de Formosa	1998-2002	-0.16

5. Discusión y Conclusiones

La **deforestación** en la provincia de Formosa durante el período 1998 – 2002 fue de 19.997 ha, valor que resulta inferior a los observados para la mayoría de las provincias del Parque Chaqueño (Chaco, Córdoba, Salta, Santiago del Estero y Tucumán). El valor de la tasa anual de deforestación fue de -0.16%, indicando que la superficie que se pierde anualmente en función de la disponibilidad de bosque nativo es menor que para otras provincias dentro de la región Parque Chaqueño e incluso para el promedio mundial. La zona que resultó más afectada se encuentra principalmente en los departamentos de Patiño y Bermejo, en la transición entre la región del Chaco Húmedo y el Seco o Semiárido, con desmontes de aproximadamente 90 ha en promedio.

La provincia de Formosa presenta ciertas condiciones climáticas y edáficas que podrían limitar el avance de la frontera agrícola. Al este de la provincia, en la región del Chaco Húmedo, no hay restricciones de tipo hídrico sino que las prácticas agrícolas presentan restricciones de carácter edáfico, ya que la mayoría son suelos anegables que permiten principalmente el cultivo de arroz en zonas bajas del relieve. En esta zona, el bosque está naturalmente fragmentado y ocupa una superficie escasa, ubicándose en los albardones de los ríos y en algunas partes más altas dentro del relieve plano característico de la región, y por lo tanto, no está afectado por el avance de la frontera agrícola. Por el contrario, hacia el oeste de la provincia en el Chaco Seco o Semiárido, los riesgos de déficit hídrico debido a las escasas precipitaciones (400 - 600 mm anuales) serían una limitante para la agricultura. En la transición, se estarían dando los niveles intermedios de precipitaciones y la mayor disponibilidad de zonas para cultivos, y es allí donde se observan la mayoría de las áreas deforestadas. Asimismo, en comparación con otras provincias, la accesibilidad (disponibilidad de caminos y estado de los mismos) es menor en Formosa y este factor podría influir de manera desfavorable para el avance de la frontera agrícola en la totalidad de la provincia. Sin embargo, cambios tecnológicos, de infraestructura, climáticos y económicos podrían modificar la situación de áreas que actualmente presentan limitaciones para la expansión agrícola, favoreciendo la aparición de nuevas áreas deforestadas. Se debe considerar que esta situación puede ocurrir a corto o mediano plazo en función de la demanda de tierras agrícolas, y por lo tanto sería importante tener en cuenta planes de ordenamiento territorial que garanticen la persistencia del bosque nativo a través de un uso sustentable de los recursos forestales.

Además de la deforestación, los bosques nativos sufren otro proceso negativo que, aunque no los hace desaparecer completamente, les provoca un deterioro y un empobrecimiento que conducen casi inexorablemente a su desaparición. Este proceso es la **degradación** y cabe aclarar que el mismo no está contemplado en la tasa anual de deforestación calculada y que los valores observados en la tabla 2 fueron estimados solamente mediante interpretación visual, sin contar con la verificación a campo necesaria. Si bien la interpretación visual de imágenes satelitales permite determinar claramente las superficies deforestadas, la identificación de las áreas que fueron degradadas no siempre es tan evidente ya que en este caso el cambio suele ser gradual y muchos bosques en donde se realiza una extracción selectiva de los ejemplares de alto valor económico, continúan observándose en las imágenes como Tierras forestales. En este sentido, el valor obtenido de degradación es una aproximación a lo que está sucediendo en la actualidad con los bosques nativos.

Futuros puntos a considerar para profundizar el análisis son:

- Discriminar los tipos forestales para luego analizar si alguna de las comunidades vegetales esta siendo más afectada que otras por la expansión agrícola.
- Desarrollar métodos de clasificación de imágenes satelitales que permitan estimar la degradación de los bosques ya que la interpretación visual presenta limitantes al respecto y éste constituye un proceso de relevancia en la provincia.
- Cuantificar la fragmentación de los ecosistemas forestales que luego serán utilizados en conjunto con los datos de superficie total de bosque, superficie deforestada y valor de r como indicadores de la situación de los bosques nativos.
- Analizar la relación de la deforestación y la estructura del paisaje forestal con factores socio-económicos como pueden ser la estructura de tenencia de la tierra, población, rendimiento de los cultivos agrícolas, legislación, etc. El análisis no sólo debe ser conceptual sino que se debe explorar la posibilidad de estudiar mediante técnicas estadísticas las relaciones entre los factores.
- Investigar metodologías para mejorar la interpretación de la clase Otras tierras forestales, donde se han encontrado dificultades para la interpretación de los elementos que la integran. Cabe añadir que esta clase incluye una cobertura boscosa con diferentes grados de alteración y posibilidades de recuperación, desde arbustales (fachinal) sin capacidad de regeneración hasta bosques altamente degradados con alto porcentaje de regeneración, los cuales a través de un manejo adecuado podrían pertenecer en un futuro a la categoría Tierras forestales.

Glosario

Año 1998 – Oficial: Datos de superficie publicados en Diciembre 2002 (sistema de proyección Conforme Gauss Krüger - Datum Campo Inchauspe).

Año 2002: Datos de superficie obtenidos a partir de la actualización del archivo oficial - versión 2003- sobre la base de las nuevas imágenes satelitales, utilizando el sistema de proyección Conforme Gauss Krüger, en la faja correspondiente y Datum WGS 84.

Bosque Nativo: comprende las clases Tierras forestales y Bosques rurales.

Deforestación: Pérdida de Tierras forestales o Bosques rurales (bosque nativo).

Degradación: Proceso de transformación de un bosque que por pérdida de biomasa resulta en un bosque empobrecido que no posee la misma estructura, composición, función o productividad, y que por lo tanto provee una cantidad reducida de bienes y servicios, y alberga una diversidad de especies menor.

Fragmentación: Modificación de la estructura natural del paisaje que generalmente implica la pérdida de continuidad espacial de los ambientes. En este trabajo significa la subdivisión de superficies de Tierras forestales mayores a 1000 ha. en unidades de superficie menores a la antes señalada.

Otras tierras forestales a Otras tierras: Pérdida de Otras tierras forestales.

Recuperación: Primera etapa sucesional en áreas disturbadas con la consecuente aparición de especies herbáceas y arbustivas.

Regeneración: Restablecimiento del bosque en áreas disturbadas a partir de un proceso de sucesión natural debido al abandono de la agricultura y/o la ausencia de eventos como fuegos, excesiva carga de ganado y/o extracción de madera.

Rectificación: Modificación del etiquetado de los polígonos por cambios en la interpretación debido principalmente a 1) nueva serie de imágenes adquirida que implica el uso de un satélite y sensor diferentes Landsat 7 ETM, 2) utilización de diferentes fechas de imágenes satelitales invierno y verano, 3) muchas de las imágenes Landsat 5 TM antes utilizadas (seleccionadas por el Consorcio Argentino Canadiense, responsable de la ejecución del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos) presentaban nubes que impedían su interpretación, 4) cambios dados por la escala de trabajo, 5) nuevos datos y conocimientos de campo, 6) ajuste de polígonos a las nuevas imágenes georreferenciadas, moviendo los mismos o editando sus nodos, 7) ajuste al nuevo datum geográfico usado (WGS84 antes Campo Inchauspe) ya que tanto las nuevas imágenes adquiridas a CONAE como la cartografía del IGM utilizan este sistema de referencia.

Bibliografía

Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2ª Edición. Tomo II. Fascículo I. Acme S.A.C.I., Buenos Aires. Argentina. 85 pp.

Censo Nacional Agropecuario (CNA). 2004. Instituto Nacional de Estadística y Censos. www.indec.gov.ar.

Emrich A, Pokorny B & Sepp C. 2000 Importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo. ECO Society for Socio-Ecological Programme Consultancy.

FAO. Evaluación de los Recursos Forestales al Año 2000.

FAO, IPCC, IUFRO y CIFOR. Septiembre 2002. Actas de la Segunda Reunión de Expertos sobre la armonización de definiciones relacionadas con la silvicultura para el uso de varias partes interesadas. Anexo 3, pág. 85.

Grau, A. 1985. La expansión del aliso del cerro (*Alnus acuminata* HBK ssp. *acuminata*) en el noroeste de Argentina. Lilloa 36:237-247.

Havrylenko M.; P.H.A Rosso & S.B Fontenla. 1989. *Austrocedrus chilensis*: contribución al estudio de su mortalidad en argentina. Bosques 10:29-36.

INDEC 2003. Resultados del Censo Nacional 2001. www.indec.gov.ar.

Mendoza E. & R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (Southeast Mexico): evidence for the declaration of the northern most tropical hot-spot. Biodiversity and Conservation 8:1621-1641.

Parodi, L. 1964. Las regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2 (1). Editorial Acme S.A.C.I.. Buenos Aires. Argentina.

Puyravaud J.P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. Forest Ecology and Management 117:593-596.

Ragonese, A. E. 1967. Vegetación y ganadería en la República Argentina. Colección Científica del INTA, 5. Buenos Aires. 218 pp.

Red Agroforestal Chaco Argentina. Junio, 1999. Estudio Integral de la Región del Parque Chaqueño. Gerencia Técnica Bosques Nativos. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente.

Steininger M.K.; C.J. Tucker; P. Ersts; T.J. Killen; Z Villegas & S. B. Hecht. 2001. Clearance and fragmentation of tropical deciduous forest in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. Conservation Biology 15:856-866.

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2002. Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de Argentina. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Desarrollo Social. Buenos Aires, Argentina. 25 pp.

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2003. Mapa forestal provincia del Chaco. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud. Buenos Aires, Argentina. 22 pp.

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004a. Mapa forestal provincia de Córdoba. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 24 pp.

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004b. Mapa forestal provincia de Jujuy. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 26 pp.

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004c. Mapa forestal provincia de Salta. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud. Buenos Aires, Argentina. 25 pp.

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004d. Mapa forestal provincia de Santiago del Estero. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 23 pp.

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2004e. Mapa forestal provincia de Tucumán. Actualización Año 2002. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente. Buenos Aires, Argentina. 27 pp.

Veblen T.T & V. Margraf. 1988. Steppe Expansion in Patagonia. *Quaternary Research* 30:331-338.

Agradecimientos

Instituto de Astronomía y Física del Espacio – CONICET
Licenciada en Física, MSc. Haydée Karszenbaum