



República Argentina
Ministerio de Salud

Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sustentable



Dirección de Bosques



Deforestación en la zona de transición entre Yungas y Chaco en la provincia de Salta

**Región Parque Chaqueño
periodo 1984-2001**

Autores

Ing. Forestal Ignacio Gasparri
Lic. Gabriela Parmuchi

Noviembre 2003

Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable
Doctor Atilio Armando Savino

Coordinador General de Recursos Naturales, Biodiversidad 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- Presentación

La Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal fue creada en 1997 y tiene por misión el seguimiento y monitoreo de la superficie de bosque. También tiene por objetivo la actualización de la información dasométrica obtenida en el Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos, además de la colaboración y coordinación con iniciativas a escala regional y/o provincial que tengan como fin por objetivo la obtención de información sobre el estado de los bosques nativos.

Dentro de este marco se formuló el proyecto "Dinámica de Fragmentación de la interfase bosque-agricultura en la Alta Cuenca del río Bermejo", el cual concursó por financiamiento siendo aprobado en el año 2001. Este proyecto se realiza de manera conjunta entre la Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) y el Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas de la Universidad Nacional de Tucumán (LIEY-UNT) y recientemente se ha comenzado a colaborar con profesionales de la Universidad de Puerto Rico. A partir de este proyecto se dispone de la fuente de información necesaria para realizar el cálculo de la deforestación en un área geográfica de alta prioridad. El presente informe es resultado de este proyecto y representa un trabajo puntual en un área detectada como de interés y complementa a la actualización de superficie de bosque realizada por la UMSEF como rutina.

En los últimos años, diversos factores socioeconómicos y ecológicos han coincidido en la generación de un contexto favorable para la expansión de la frontera agrícola en la zona de transición entre las Yungas y la región Chaqueña, especialmente en la zona que se extiende en sentido norte-sur dentro de la provincia de Salta desde J.V. González hasta Tartagal. Algunos de los aspectos que favorecieron esta expansión agrícola (principalmente el cultivo de soja) son: mejoras en caminos, innovaciones tecnológicas, un marco económico que favoreció la inversión extranjera y mercados favorables para los productos agrícolas. Desde el punto de vista ecológico, existe en el área disponibilidad de suelos profundos en el pedemonte de las sierras de Tartagal, pero la actividad agrícola se veía acotada por la limitante natural de las precipitaciones, sin embargo, en los últimos años se ha producido un incremento de las precipitaciones en el Noroeste de Argentina (Villalba *et al.* 1998) lo que ha incentivado la expansión agrícola hacia zonas tradicionalmente marginales (hacia el Este). Estos puntos hacían suponer una alta tasa de deforestación, motivando este estudio en particular sobre la región.

2- Definición del área de proyecto

El área de estudio comprende la superficie de los departamentos San Martín, Orán (desde el río San Francisco hacia el este) y Anta. A su vez, estos límites se superponen con la extensión de las escenas de las imágenes satelitales Landsat 230/76 y 230/77 (Figura 1).

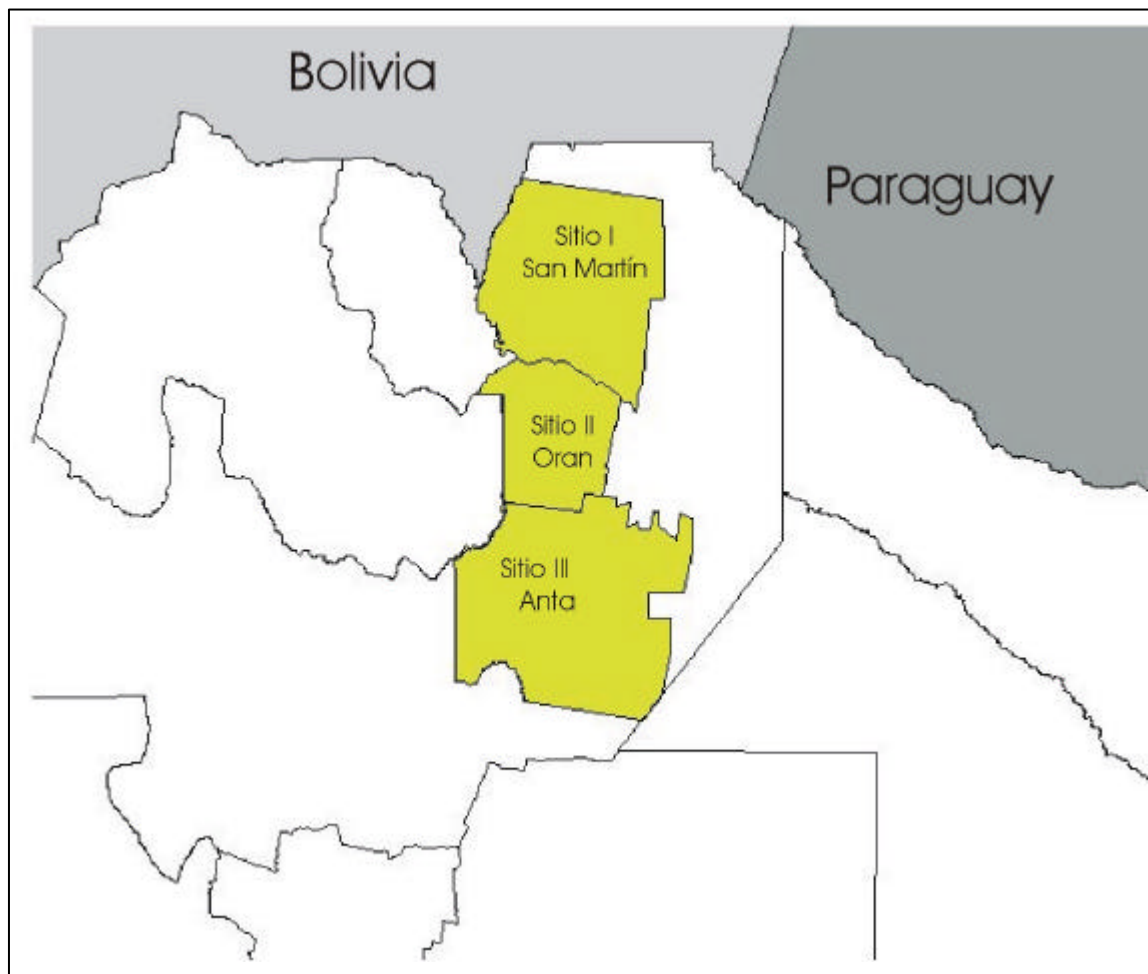


Figura 1. Área de estudio ubicada en la provincia de Salta.

La superficie total del área de estudio es de 3.762.500 ha, de las cuales aproximadamente el 75% (2.894.698 ha) corresponde a la región chaqueña y el restante 25% (867.875 ha) a la región de las Yungas. Esta zona seleccionada incluye algunos centros urbanos de importancia como Gral Mosconi, Tartagal, Las Lajitas y J.V González.

Por otra parte, dicha área de estudio comprende dos regiones forestales del Inventario Nacional de Bosques Nativos, la Selva Tucumano Boliviana o Yungas y el Parque Chaqueño (Figura 2).

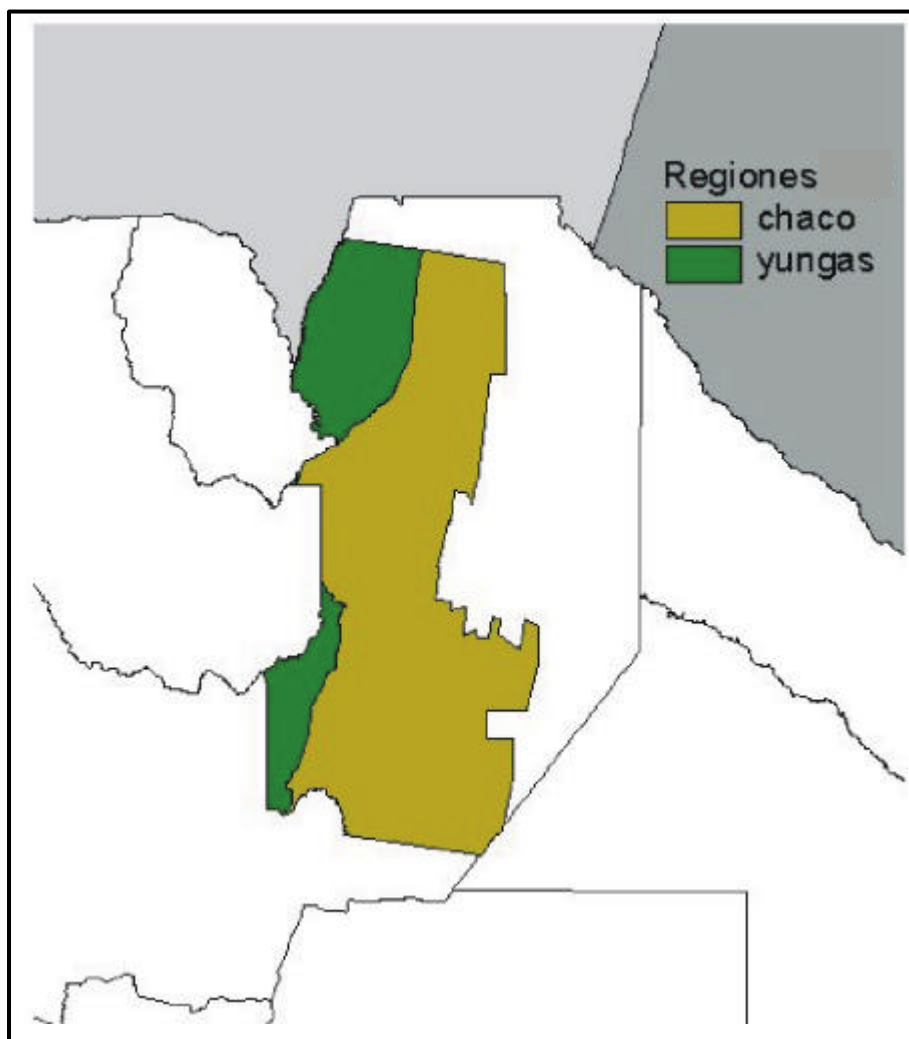


Figura 2. Regiones Forestales en el área de estudio.

El presente informe corresponde a los cálculos de deforestación de la formación parque chaqueño incluida en el área de estudio.

3- Fuentes de información y procesamiento de imágenes satelitales

Para el presente trabajo se utilizaron como base las imágenes del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos, las mismas se encuentran proyectadas en el sistema Gauss-Krüger - Faja 4. Las imágenes satelitales correspondientes a otras fechas fueron obtenidas de distintas fuentes que se indican a continuación y a su vez, se detalla su preprocesamiento:

- TM 230/76 - 30 de septiembre de 1984: fue cedida por la Universidad de Puerto Rico se adquirió al USGS de Estados Unidos en formato NLAPS en sistema de coordenadas UTM, la imagen fue importada con el módulo Image Analysis del programa ArcView y luego, corregistrada con respecto a la imagen del Inventario Nacional de Bosques Nativos correspondiente.
- TM 230/77 - 30 de septiembre de 1984: fue cedida por el LIEY-UNT (se adquirió al USGS de Estados Unidos en formato NLAPS en sistema de coordenadas UTM). La imagen fue importada con el módulo Image Analysis del programa ArcView y luego, corregistrada con respecto a la imagen del Inventario Nacional de Bosques Nativos correspondiente.
- TM 230/76 - 20 de marzo de 1989: se adquirieron las bandas 3, 4 y 5 del sitio de Internet Global Land Cover Facility (GLCF). Cada una de estas bandas es un archivo independiente en formato digital (TIFF) y se encuentran en el sistema de coordenadas UTM. Las tres bandas fueron cargadas en el programa ArcView utilizando el módulo Image Analysis y se aplicó la herramienta "Stack" para generar una única imagen de tres bandas en formato digital (extensión img) que luego fue corregistrada con respecto a la imagen del Inventario Nacional de Bosques Nativos correspondiente.
- TM 230/77 - 9 de Febrero de 1992: se adquirieron las bandas 3, 4 y 5 del sitio de Internet Global Land Cover Facility (GLCF). Cada una de estas bandas es un archivo independiente en formato digital (.TIFF) y se encuentran en sistema de coordenadas UTM. Las tres bandas fueron cargadas en el programa ArcView utilizando el moduló Image Analysis y se aplicó la herramienta "Stack" para generar una única imagen de tres bandas en formato digital (.img) que luego corregistrada con respecto a la imagen del Inventario Nacional de Bosques Nativos correspondiente.
- TM 230/76 - 27 de Abril de 1997: corresponde al Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos.
- TM 230/77 - 27de abril de 1997: corresponde al Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos.
- ETM 230/76 - 4 de agosto del 2001: cedida por la CONAE en formato fast format. Fue importada con el módulo Image Analysis del programa ArcView y corregistrada con respecto a la imagen del Inventario Nacional de Bosques Nativos correspondiente.
- ETM230/77 - 4 de agosto del 2001: cedida por la CONAE en formato fast format. Fue importada con el módulo Image Analysis del programa Arc View y corregistrada con respecto a la imagen del Inventario Nacional de Bosques Nativos correspondiente.

4- Interpretación visual

Se trabajo bajo el entorno ArcView utilizando el módulo Image Analysis. Se tomó como punto de partida las coberturas temáticas realizadas para el Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos presentado en Diciembre del 2002. En las tablas de atributos

correspondientes a estos cubrimientos se incluye una columna que define el tipo de cobertura. A su vez, en esta tabla fue donde se agregaron tres columnas que corresponden a la situación de uso de la tierra de los distintos años 1984, 1991 y 2001.

Las definiciones de los distintos tipos de cobertura identificados según el informe técnico Cartografía y superficie de Bosque Nativo de Argentina de diciembre de 2002 son:

- **Tierras forestales:** tierras con una cobertura de copa (o grado equivalente de espesura) de más del 20% del área y una superficie superior a 1000 ha. Los árboles adquieren una altura mínima de 7m a la madurez creciendo *in situ* .
- **Otras tierras forestales:** tierras donde la cubierta forestal tienen entre 5 y 20% de árboles capaces de alcanzar 7 m de altura a la madurez *in situ*, o tierras cubiertas en más del 20% en la que los árboles no son capaces de alcanzar 7m de altura a la madurez *in situ* o aquellos lugares con cubierta arbustiva superior al 20%
- **Bosques rurales:** remanentes de bosque nativo en un paisaje agrícola con superficies inferiores a 1000 ha.
- **Otras tierras:** tierras no clasificadas como Tierras forestales u Otras tierras forestales. Incluye las tierras sistematizadas agrícolas, pasturas naturales e implantadas, terrenos con construcciones, áreas sin vegetación.

En la figura 3 se presentan los distintos tipos de cobertura y su vinculación con los principales procesos, en rojo se indica la sistematización de tierras para usos agrícolas que fue identificada como el principal proceso transformador en la zona de estudio. A partir de la disponibilidad de imágenes de distintas épocas del año y siendo las características de cambio fácilmente detectables por características no espectrales (tamaño, patrón y forma) se utilizó la interpretación visual como técnica para la detección de cambios.

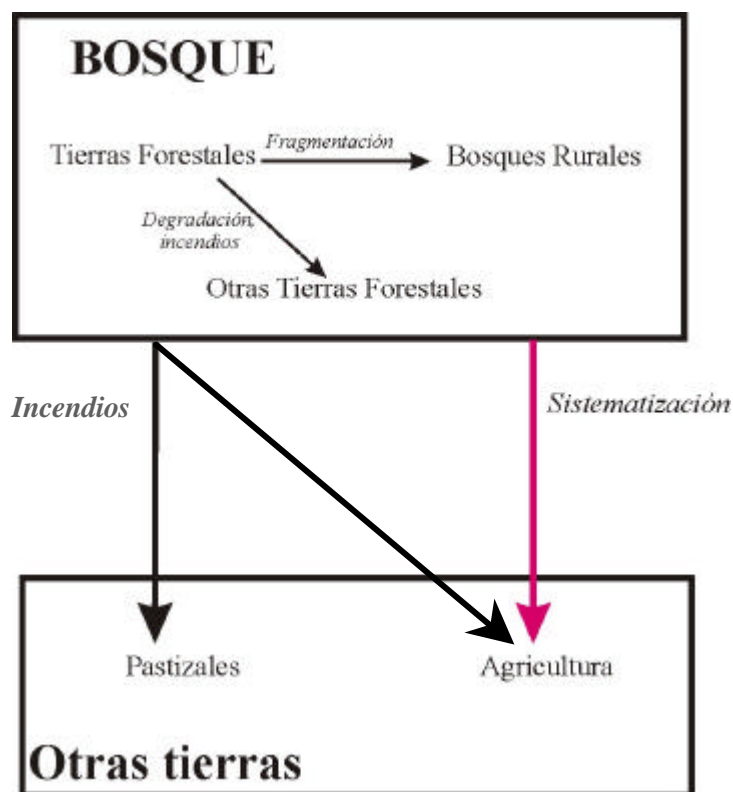
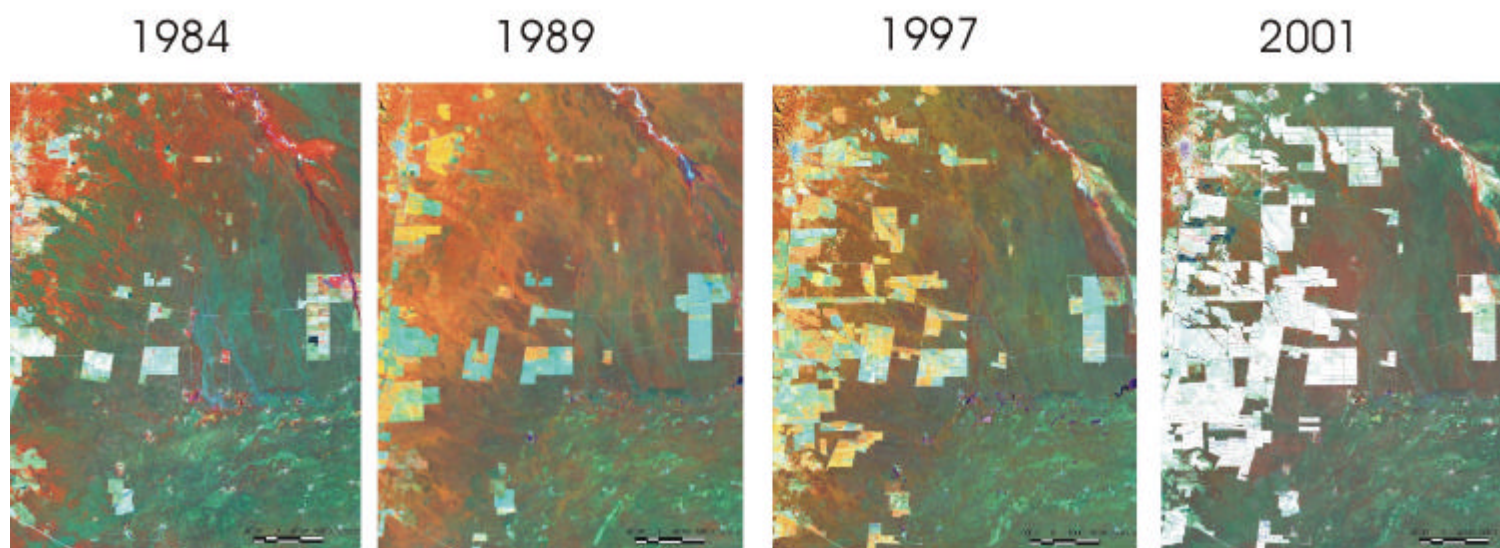


Figura 3. Distintos tipos de cobertura y su vinculación con los principales procesos modificadores.

Los distintos polígonos se editaron mediante interpretación visual de las imágenes de las diferentes fechas y se definió como deforestación, para los fines de este estudio, el pasaje de Tierras Forestales y Bosques Rurales a la situación de Otras Tierras, que representa el reemplazo de bosque continuo o fragmentos de bosque por agricultura. En la figura 4 se puede observar la secuencia de imágenes Landsat correspondiente al área de Tartagal.

Figura 4.

Secuencia de imágenes satelitales del área correspondiente al departamento de San Martín (Tartagal)



5- Resultados

En la tabla 1 se presentan los datos resumidos de la superficie (ha) de deforestación correspondientes a la Región Parque Chaqueño según los límites del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos incluido dentro del área del proyecto.

Departamento	Periodo			Total
	1984-1991	1991-1997	1997-2001	
(Sitio I) San Martín	4.637	23.491	24.222	52.350
(Sitio II) Oran	7.759	17.300	12.152	37.211
(Sitio III) Anta	83.540	70.071	61.557	215.168
Total	95.936	110.863	97.931	304.730

Tabla 1. Superficie deforestada (ha) para los departamentos de San Martín, Orán y Anta en la región del Parque Chaqueño.

En las figuras 5 y 6 se puede observar un mapa de la deforestación para los distintos períodos.

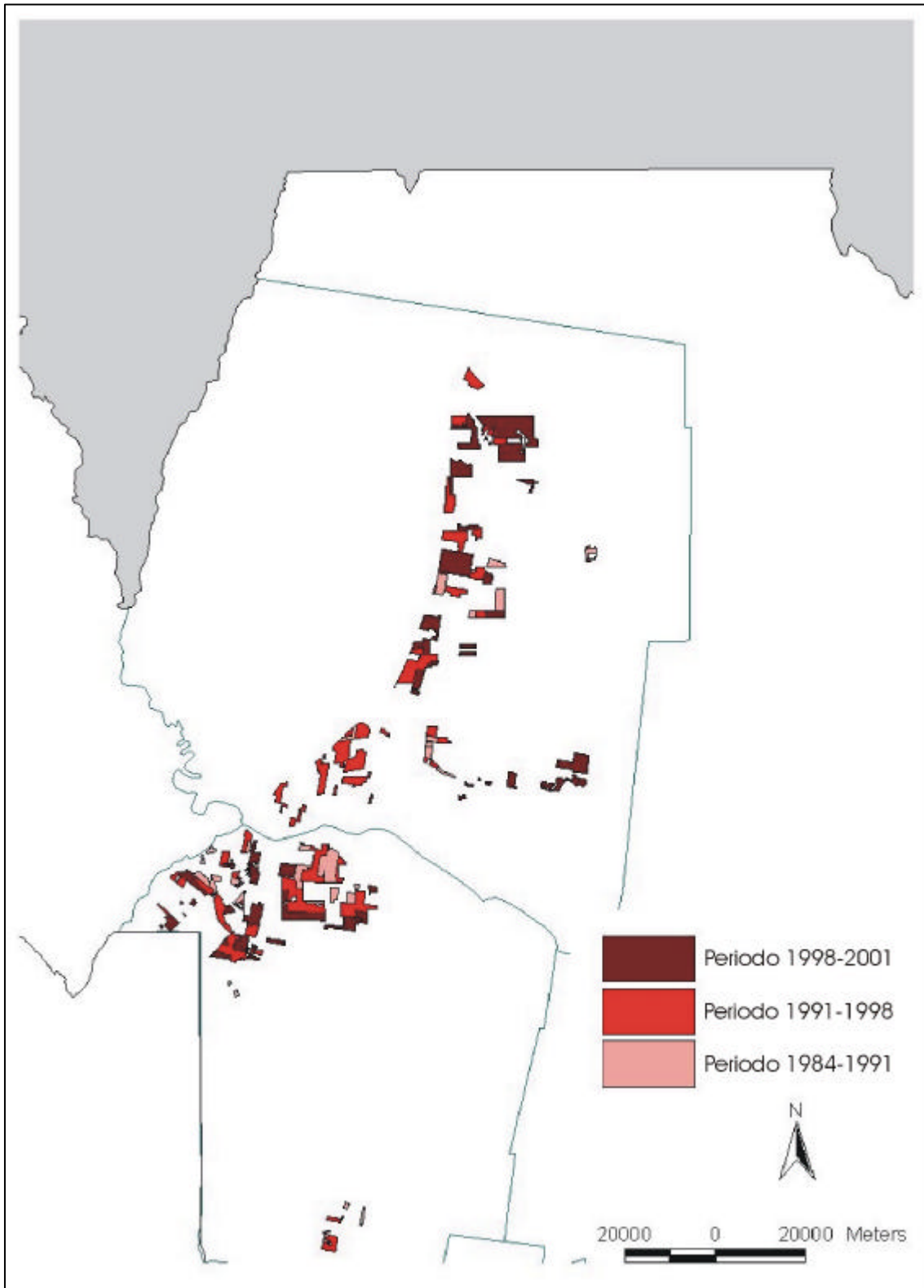


Figura 5. Mapa de deforestación de los departamentos de San Martín y Orán para diferentes periodos.

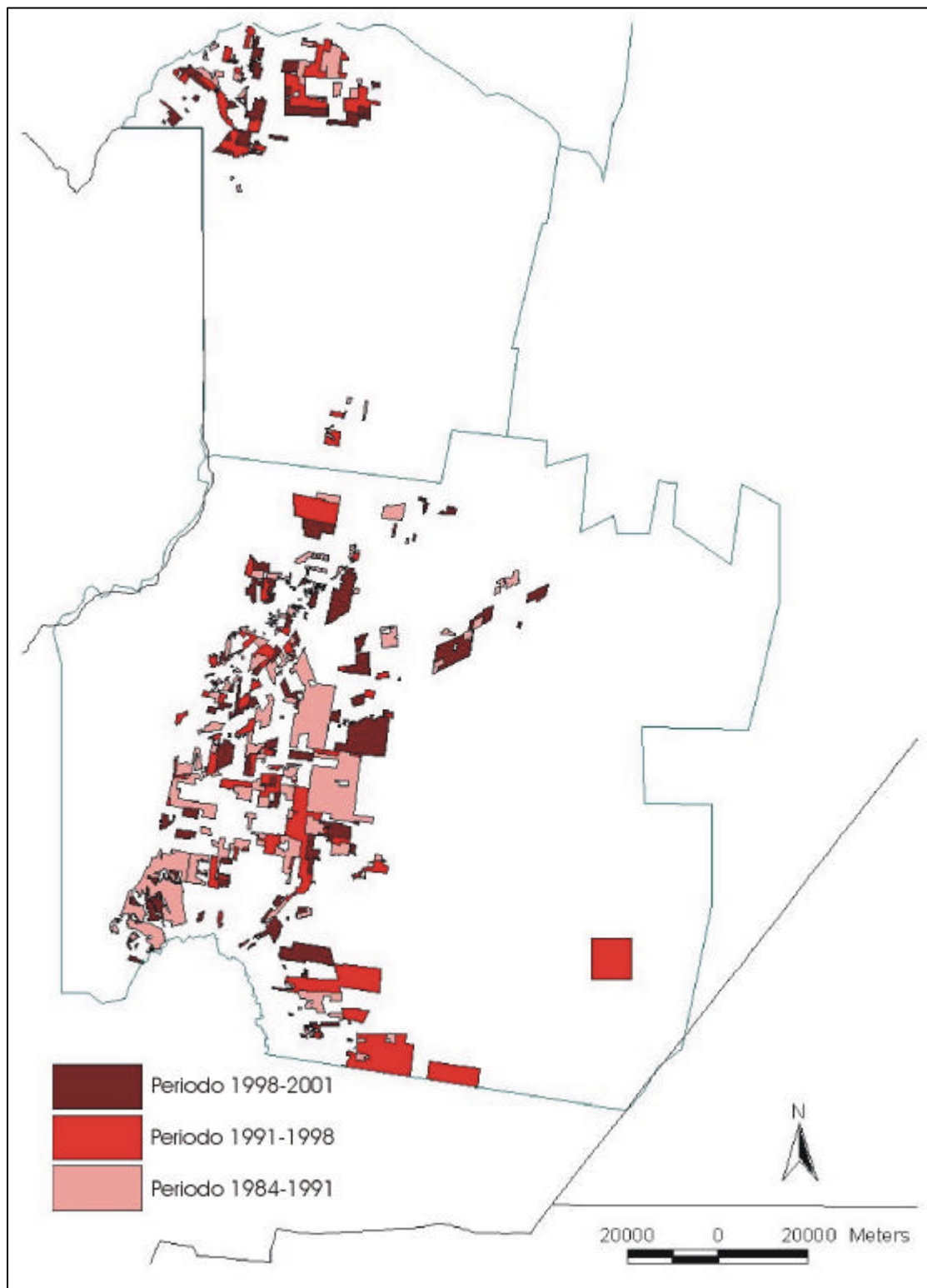


Figura 6. Mapa de deforestación de los departamentos de Orán y Anta para diferentes períodos.

El área comprendida en este trabajo tenía en el año 1984, 2.340.845 ha de bosque chaqueño de las cuales 304.730 ha se transformaron a usos agrícolas (tierras sistematizadas) en el período 1984-2001.

En la tabla 2 se presentan los datos de este trabajo (en rojo) comparados con los datos de deforestación obtenidos para otros lugares y periodos de tiempo en Latinoamérica. Los datos de Brasil son citados por Steininger *et al* 2001, los datos de Bolivia son de Steininger *et al* 2001, los datos de México corresponden a Mendoza y Dirzo 1999.

Lugar	Periodo	Deforestación anual (ha)	Superficie total del área (ha)	Deforestación anual relativa (%)
Rondonia (Brasil)	1978-1988	177.200	23.851.200	0,74
Maranhao (Brasil)	1978-1988	225.300	33.336.500	0,68
Mato Grosso (Brasil)	1978-1988	264.300	90.680.600	0,29
Acre (Brasil)	1978-1988	37.600	15.314.900	0,25
Tocantins (Brasil)	1978-1988	57.400	27.842.000	0,21
Roraima (Brasil)	1978-1988	17.100	22.511.600	0,08
Amazonas (Brasil)	1978-1988	95.100	156.444.500	0,06
Amapá (Brasil)	1978-1988	300	14.345.300	0,00
Tierras Bajas (Bolivia)	1990-1998	89.000	1.953.300	4,56
Tierras Bajas (Bolivia)	1984-1990	16.500	1.953.300	0,84
Tierras Bajas (Bolivia)	1975-1984	8700	1.953.300	0,45
Selva Lacandona (México)	1974-1991	14.780	800.000	1,84
Chaco Salteño (Argentina)	1984-1991	13.705	2.894.698	0,47
Chaco Salteño (Argentina)	1991-1997	18.477	2.894.698	0,63
Chaco Salteño (Argentina)	1997-2001	24.482	2.894.698	0,84

Tabla 2. Datos comparativos de deforestación.

Finalmente se aplicaron dos fórmulas matemáticas para el cálculo del cambio anual en la cobertura forestal. La primera fórmula corresponde a la utilizada por la FAO:

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

Y aquella sugerida por Puyravaud (2003):

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

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

Ambas fórmulas tienen relación con la fórmula de interés compuesto.

En la tabla 3 se presentan, para su comparación, los valores de q y r obtenidos en este estudio (en rojo) junto con otros extraídos de Puyravaud 2002 y el cálculo sobre la base de datos de otros estudios (en azul).

Lugar	Período	q (% anual)	r (% anual)
El mundo	1990-2000	-0,23	-0,23
África	1990-2000	-0,78	-0,78
Haití	1990-2000	-5,68	-5,85
Tierras Bajas	1975-1998	-2,85	-2,81
Selva Lacandona	1974-1991	-1,55	-1,57
Chaco Salteño	1984-1991	-0,60	-0,60
Chaco Salteño	1991-1997	-0,84	-0,84
Chaco salteño	1997-2001	-1,16	-1,17
Chaco salteño	1984-2001	-0,81	-0,82

Tabla 3. Datos comparativos de r .

Se puede observar que los valores de q y r son superiores a los calculados para el mundo en general y que se encuentran entre los valores calculados por estudios semejantes en la Selva Lacandona mexicana y las tierras bajas bolivianas que son señaladas como áreas de importancia extra-amazónicas en Latinoamérica. También se observa que la tasa de

deforestación va en aumento pasando de valores de -0.6 en el periodo 1984-1991 a valores de -1.17 en el periodo 1997-2001.

Bibliografía

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.

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

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.

Villalba R.; H.R. Grau; J.A. Boninsegna ; G.J. Jacoby & A. Ripalta. 1998. Tree-ring evidence for long-term precipitation changes in Subtropical South America. *International Journal of Climatology* 18:1463-1478.

Agradecimientos

Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal

Ingeniera Agrónoma Celina Montenegro
Licenciada Julieta Bono

LIEY-UNT

Dr. Alejandro Brown
Dr. Ricardo Grau

Universidad de Puerto Rico

Dr. T.M. Aide