



República Argentina  
Ministerio de Salud

Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable



Dirección de Bosques



---



## **Deforestación en la zona de transición entre Parque Chaqueño y Selva Tucumano Boliviana en la provincia de Salta**

**Regiones Parque Chaqueño y Selva Tucumano Boliviana**

**Período 1984-2001**

**Autor**  
Ing. Forestal Ignacio Gasparri

*Marzo 2004*

**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 como 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 la obtención de información sobre el estado de los bosques nativos.

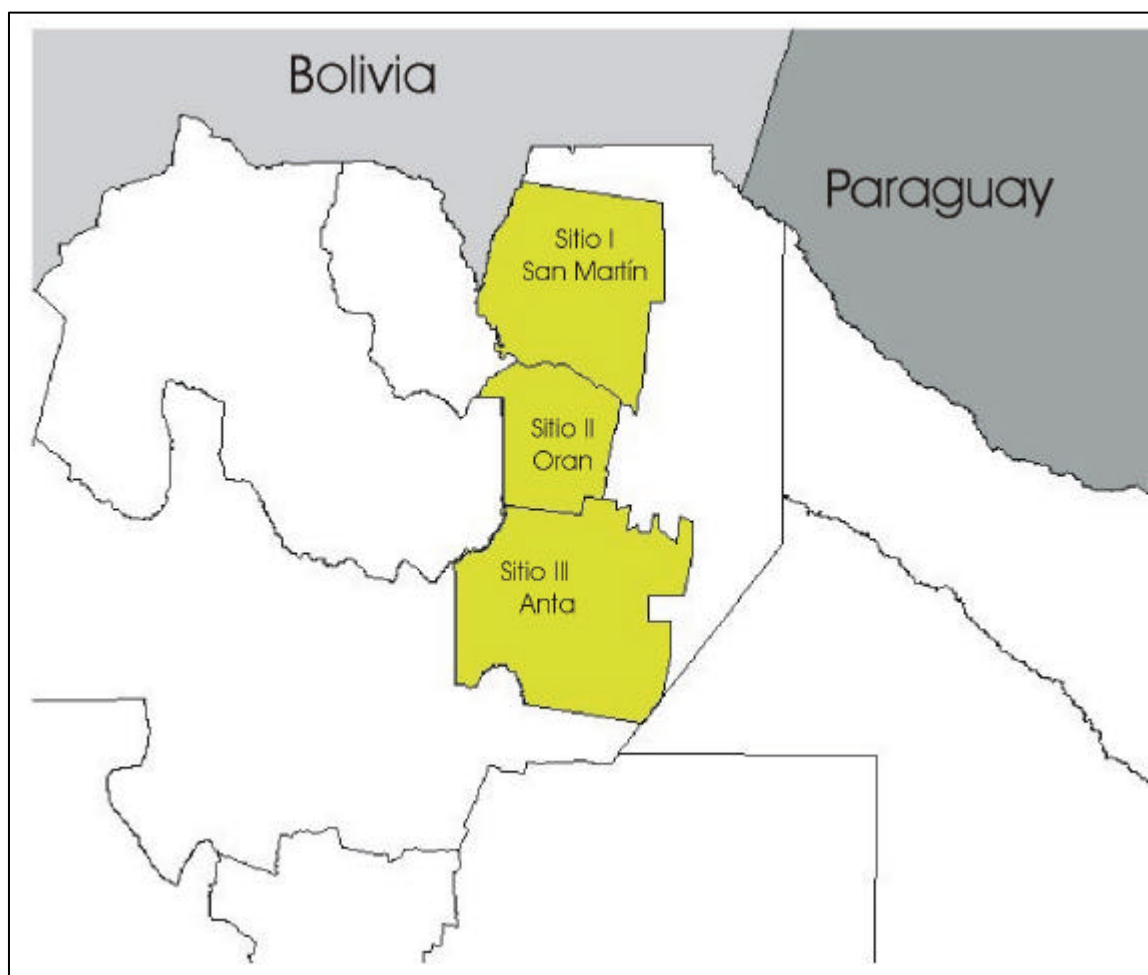
Dentro de este marco se formuló el proyecto "Dinámica de Fragmentación de la interfase bosque-agricultura en la Alta Cuenca del río Bermejo", el cual concursó por financiamiento siendo aprobado en el año 2001. Este proyecto se realiza de manera conjunta entre la Dirección de Bosques de la Secretaría 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. Al respecto se puede consultar el documento *Mapa Forestal de Salta. Actualización Año 2002* donde se presentan los datos totales de la provincia para el periodo 1998-2002 (Gasparri et al 2004)

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 favorece 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.

El presente documento es una extensión del informe presentado por Gasparri y Parmuchi (2003) dentro del marco de este proyecto el cual trataba la deforestación de la región del Parque Chaqueño en la provincia de Salta. En esta oportunidad, se agrega la parte correspondiente al pedemonte de la Selva Tucumano Boliviana o Yungas, quedando contempladas finalmente las dos regiones.

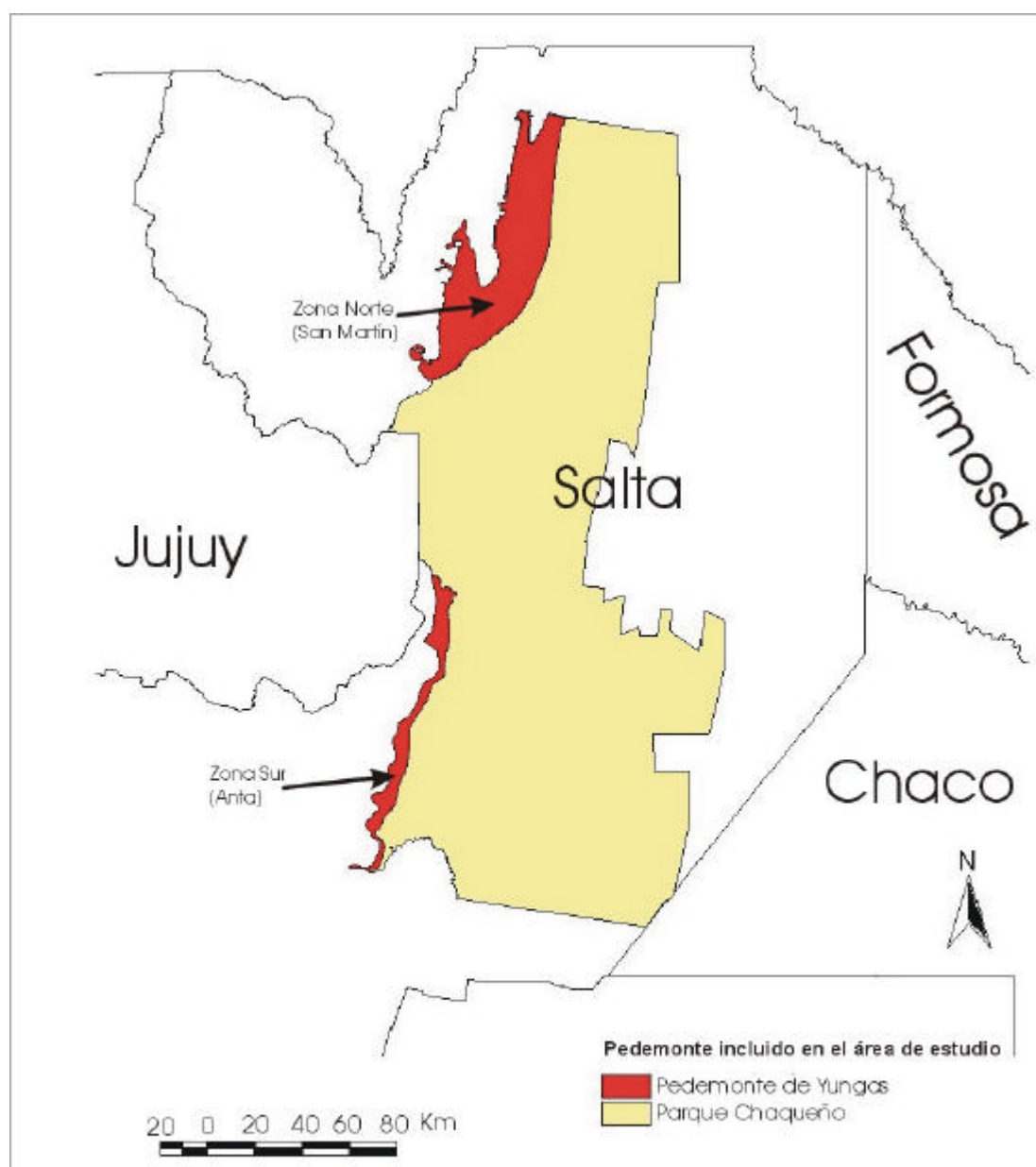
## 2- Definición del área de proyecto

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.

Dentro de los departamentos mencionados se encuentran dos regiones forestales: la Selva Tucumano Boliviana o Yungas y el Parque Chaqueño utilizándose para separarlas la delimitación convenida por el Inventario Nacional de Bosques Nativos. Por otra parte para definir el área de pedemonte de la Selva Tucumano Boliviana se adoptó como límite la línea de cambio de pendiente entre las áreas serranas y la llanura. De esta manera queda definida un área total de 3.231.616 ha, de las cuales aproximadamente el 90% (2.894.698 ha) corresponde a la región chaqueña y el restante 10% (336.918 ha) al pedemonte de la región de la Selva Tucumano Boliviana (Figura 2). Esta zona seleccionada incluye algunos centros urbanos de importancia como Gral Mosconi, Tartagal, Las Lajitas y J.V González.



**Figura 2.** Área de pedemonte y parque chaqueño incluida en la zona de proyecto

El presente informe corresponde a los cálculos de deforestación de las formaciones Parque Chaqueño y el pedemonte de la Selva Tucumano Boliviana incluidas 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, 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 módulo Image Analysis y se aplicó la herramienta "Stack" para generar una única imagen de tres bandas en formato digital (.img) que luego fue 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 - 27 de 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.

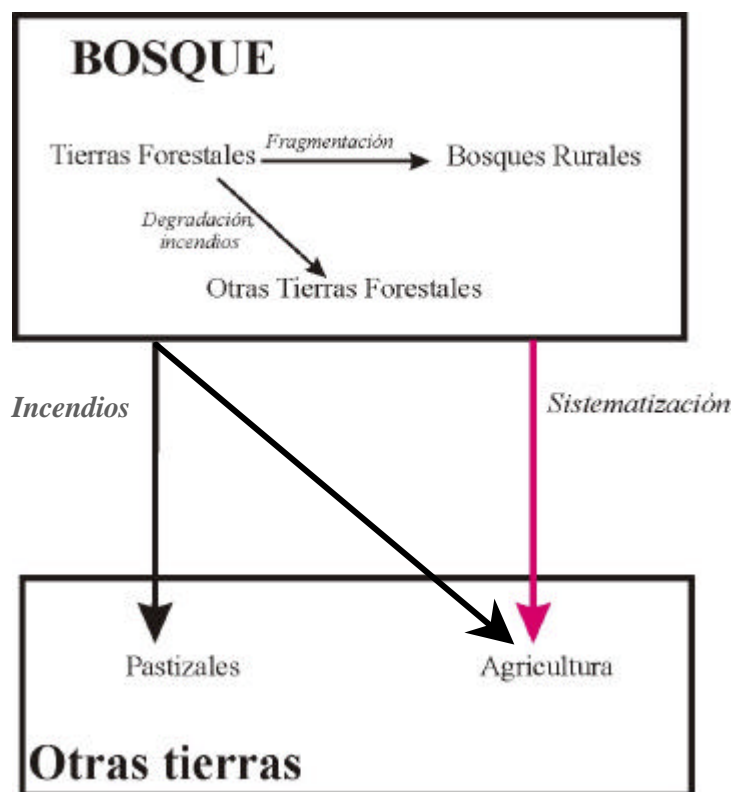
#### 4- Interpretación visual

Se trabajó 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 como técnica para la detección de cambios la interpretación visual.



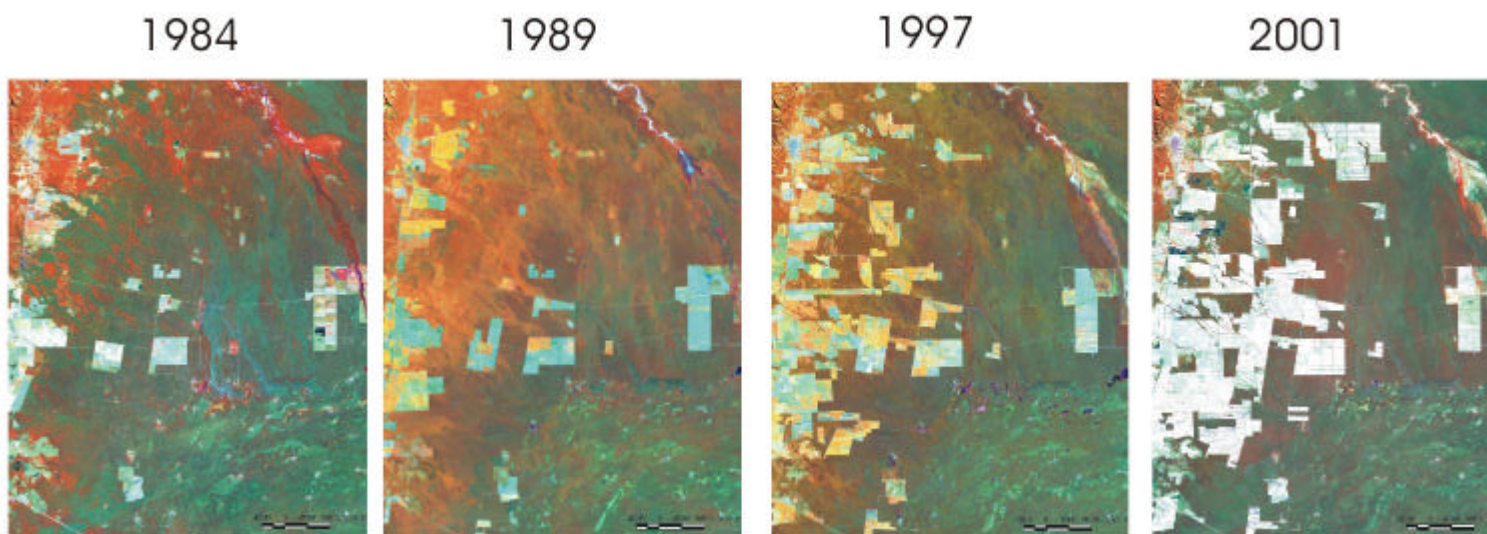
**Figura 3.** Distintos tipos de cobertura y su vinculación con los principales procesos modificadores.

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 de la región del Parque Chaqueño.



**Figura 4.**

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



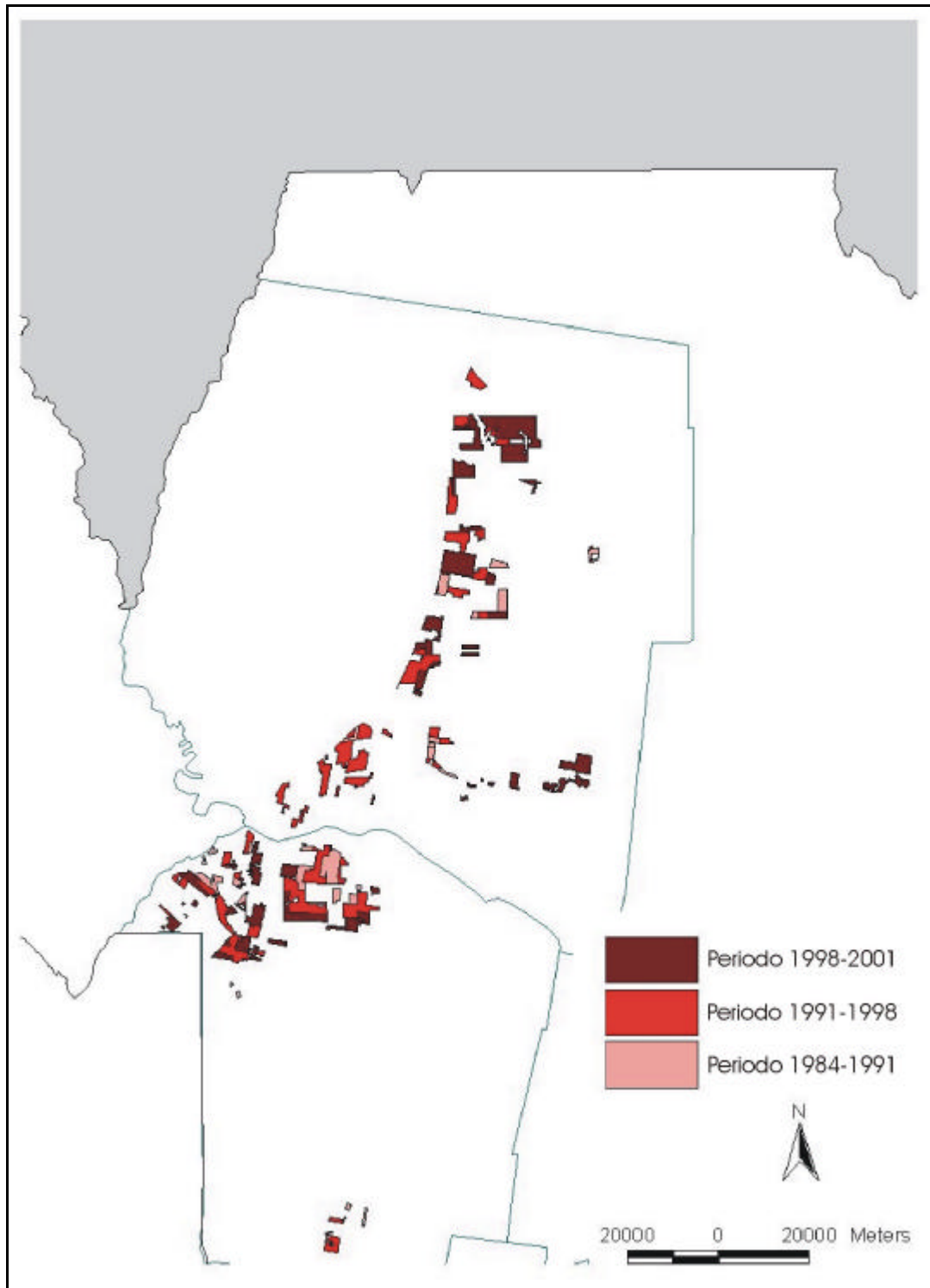
## 5- Resultados

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.

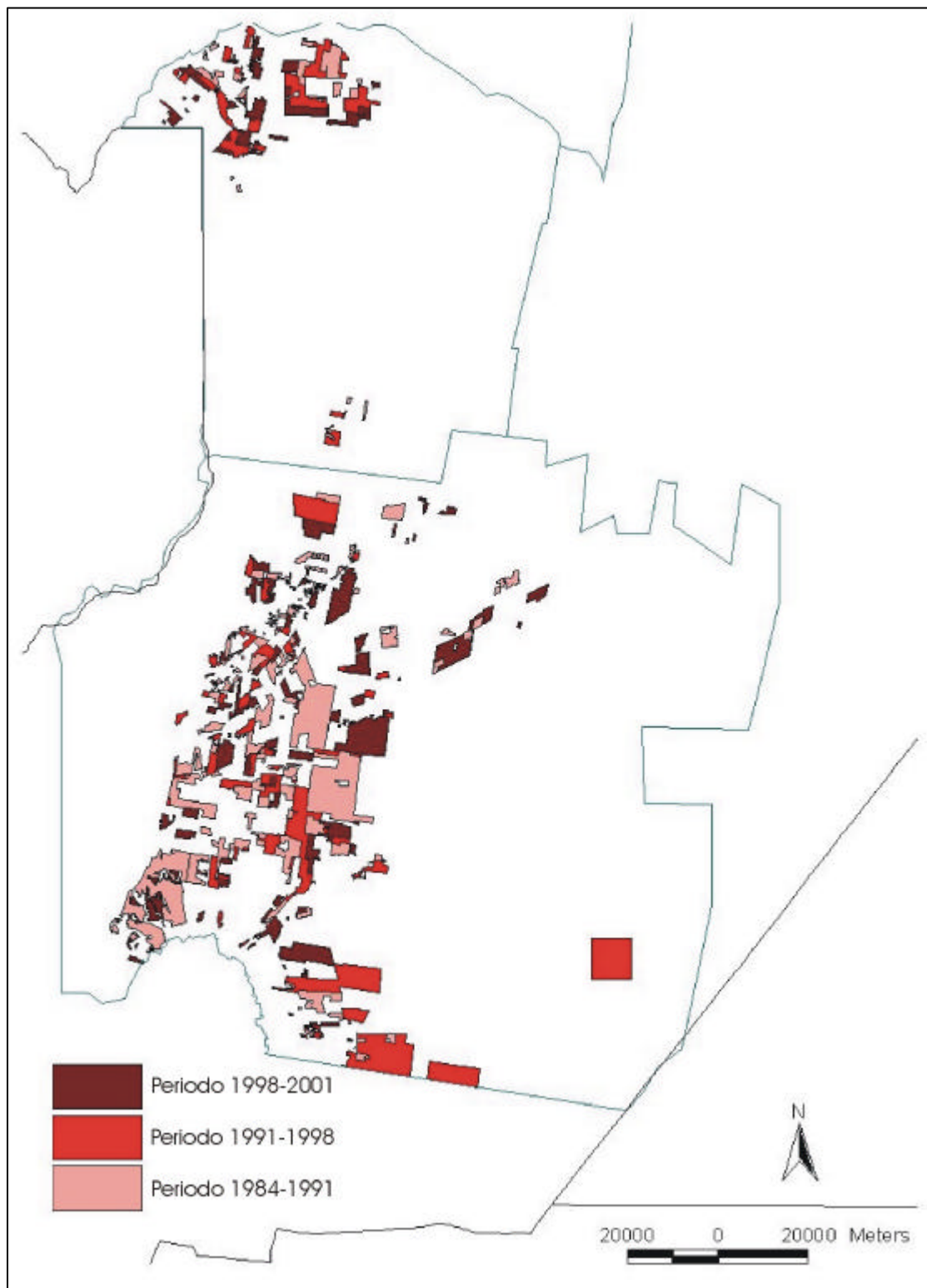
Departamento	Periodo			Total
	1984-1991	1991-1997	1997-2001	
(Sitio I) San Martín	4.637	23.491	24.222	52.350
(Sitio II) Oran	7.759	17.300	12.152	37.211
(Sitio III) Anta	83.540	70.071	61.557	215.168
<b>Total</b>	<b>95.936</b>	<b>110.863</b>	<b>97.931</b>	<b>304.730</b>

**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 en el área de Parque Chaqueño.



**Figura 5.** Mapa de deforestación del Parque Chaqueño de los departamentos de San Martín y Orán para diferentes períodos.



**Figura 6.** Mapa de deforestación del Parque Chaqueño 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 resumidos de la superficie (ha) de deforestación correspondientes al Pedemonte de la Región Selva Tucumano Boliviana según los límites del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativo.

Departamento	Periodo			Total
	1984-1991	1991-1997	1997-2001	
(Zona Norte) San Martín	17.870	40.616	19.216	77.702
(Zona Sur) Anta	6.784	6.985	2.615	16.384
<b>Total</b>	24.654	47.601	21.832	<b>94.087</b>

**Tabla 2.** Superficie deforestada (ha) para los departamentos de San Martín, Orán y Anta en el pedemonte de la Selva Tucumano Boliviana.

En la tabla 3 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
Maranbao (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
PedemonteSTB Salteña	1984-1991	24.654	867.865	2,84
PedemonteSTB Salteña	1991-1997	47.601	867.865	5,48
PedemonteSTB Salteña	1997-2001	21.832	867.865	2,51

**Tabla 3.** Datos comparativos de deforestación.

### Tasa 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:

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

La segunda es 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. Para mayor información sobre la fórmula utilizada, consultar Puyravaud (2003) o Montenegro *et al.* (2003).

En la tabla 4 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
PedemonteSTB Salteña	1984-1991	-1,37	-1,62
PedemonteSTB Salteña	1991-1997	-3,59	-3,13
PedemonteSTB Salteña	1997-2001	-2,94	-2,98
PedemonteSTB Salteña	1984-2001	-2,53	-2,56

**Tabla 4.** 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 debido a sus altas tasas de deforestación. También se observa que la tasa de deforestación del Parque Chaqueño va en aumento pasando de valores de  $-0.6$  en el período 1984-1991 a valores de  $-1.17$  en el período 1997-2001. Igual tendencia se nota en la región de Selva Tucumano Boliviana de Salta, en la que la tasa de deforestación pasa de  $-1,62$  en el período 1984-1991 hacia valores próximos a  $-3$  en los períodos 1991-1997 y 1997-2001.

## **Bibliografía**

Dirección de Bosques. Diciembre 2002. Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de Argentina. SAyDS.

Gasparri N.I; E. Manghi; C. Montenegro; M. Strada; M.G. Parmuchi; J. Bono. 2004. Mapa Forestal Provincia de Salta, Actualización Año 2002. UMSEF- Dirección de Bosques. SAyDS.

Gasparri N.I & M.G. Parmuchi. 2003. Deforestación en la zona de transición entre Yungas y Chaco en la provincia de Salta: Región Parque Chaqueño período 1984-2001. UMSEF- Dirección de Bosques. SAyDS.

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.

Montenegro C.; M. Strada; M.G. Parmuchi; N.I. Gasparri y J. Bono. (2003) Mapa forestal Provincia del Chaco: actualización año 2002. UMSEF- Dirección de Bosques. SAyDS.

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 – Dirección de Bosques**

Licenciada Gabriela Parmuchi  
Licenciada Julieta Bono  
Ingeniero forestal Eduardo Manghi

**LIEY-UNT**

Dr. Alejandro Brown  
Dr. Ricardo Grau

**Universidad de Puerto Rico**

Dr. T.M. Aide