

SITUACION AMBIENTAL DPTO. SAN MARTIN Y SUS IMPLICANCIAS EN LOS HECHOS OCURRIDOS DURANTE LA ESTACION LLUVIOSA 2005-2006



Informe preparado por:
Alejandro Brown, Silvia Pacheco, Luciana Cristóbal, Teresita Lomáscolo y Lucio Malizia.

Mayo 2006

INDICE

Resumen ejecutivo

Introducción regional (ACRB)

1. Introducción al ecosistema regional
2. Las unidades ambientales del Departamento San Martín
3. Situación social del Departamento San Martín

La conservación de la biodiversidad en el Departamento San Martín

Distribución e intensidad de los desmontes a distintas escalas en la región

1. Alta Cuenca del Río Bermejo
2. Departamento San Martín
3. Cuenca del río Seco
4. Cuenca del río Tartagal

Condiciones pluviales en la región (distribución, comportamiento y evolución temporal)

Dinámica de carbono y su influencia en el cambio del clima global y local

Conclusiones

RESUMEN EJECUTIVO

El Departamento San Martín en la Provincia de Salta, se caracteriza por un paisaje dominado por bosques y áreas de cultivo desarrolladas a partir de los primeros. La preservación de un paisaje tan heterogéneo, sólo será posible si elaboramos una estrategia de conservación en la cual las áreas protegidas se complementen con el manejo sustentable del espacio circundante y el ordenamiento territorial del departamento.

El Departamento San Martín se encuentra ocupado mayormente por SPM, el piso ecológico de Yungas con mayor presión por transformación y degradación. Su superficie es de 16.257 km², que equivale al 10,1 % de la superficie total de la provincia. Su población es de 151.331 personas (es el departamento con mayor número de habitantes después del departamento capital), presenta una densidad de 8,6 habitantes por km² que se reparten en seis municipios. En el año 1991 había 9.642 hogares con NBI y en el 2001 los mismos aumentaron a 10.854, lo que significa el 35,3 % del total departamental.

En el sector agropecuario entre los años 1988 y 2003 se incorporaron 300.000 hectáreas a las actividades agropecuarias. En los últimos doce años la industria de los hidrocarburos se incrementó notablemente. La producción salteña de petróleo registró un crecimiento del 130 % y la de gas un 352 %. En las 2 últimas décadas del siglo XX la actividad forestal sufrió una gran recesión, al punto que hoy no es considerada como una actividad productiva a tener en cuenta en las estadísticas del departamento.

El Departamento San Martín tiene el 5.4 % de su superficie bajo alguna categoría de protección. Es el segundo departamento en importancia en la ACRB en cuanto a superficie de tierras deforestadas y a tasa de transformación. Para la cuenca del Río Seco se estimó un porcentaje de transformación del 14.2 % en tanto para la cuenca del Río Tartagal el mismo porcentaje alcanzó el 35 %. Dicha transformación está concentrada en más del 95 % en las áreas bajas de las cuencas respectivas. En el noroeste de Argentina la intensidad de las precipitaciones están relacionadas a la disposición espacial y altura de los cordones montañosos. En un análisis histórico de alrededor de 300 años, se observa un aumento de las precipitaciones en los últimos 50 años. Analizando sólo los datos

climáticos de las estaciones ubicadas en la región de la Alta Cuenca del Río Bermejo para un periodo temporal más acotado, se observa el mismo patrón. Considerando los eventos de tormentas intensas como las precipitaciones que superan los 100 mm de lluvia caída en forma continúa, también se observa que el año 2006 tiene valores significativamente superiores en cuanto al número de tormentas registrados en el periodo y el máximo de lluvia caída. Si embargo, este fenómeno no es un hecho que no haya ocurrido anteriormente, sino que en un análisis temporal mayor, es posible encontrar otros años con precipitaciones más altas del promedio normal.

Una proporción importante del “efecto invernadero” se atribuye a la liberación de carbono a la atmósfera por parte de la actividad industrial principalmente. Los bosques constituyen un sitio de almacenamiento de carbono y de esta forma, contribuyen a mitigar el cambio climático global. El cambio de uso de la tierra, más específicamente la transformación de áreas de bosque en áreas de cultivo, genera emisiones de carbono a la atmósfera. A escala mundial, la emisión de CO² de Argentina representa aproximadamente un 0.9 % del total, de la cual, 1/3 corresponde a los desmontes.

Debido a que los dos factores principales analizados (proceso de transformación y eventos de lluvias) interactúan para determinar áreas de riesgo de inundaciones y/o erosión, se deberían tomar medidas de ordenamiento territorial de áreas naturales y urbanas que colaboren a disminuir o evitar los eventos como los ocurridos en este año. Si bien es probable que factores como la deforestación hayan tenido una responsabilidad menor en los eventos catastróficos del pasado verano, es obvio que una mayor degradación de las cuencas por transformación, degradación forestal y falta de sistematización de las cuencas, generarán un contexto que agravará la actual situación frente a un horizonte de precipitaciones crecientes.

INTRODUCCIÓN REGIONAL ALTA CUENCA DEL BERMEJO (ACRB)

Introducción al ecosistema regional

Sobre la vertiente oriental de las cadenas montañosas de los Andes se extiende el sistema de los bosques nublados y selvas de montaña que pueden ser llamados globalmente como “Bosques Andinos Yungueños” o simplemente “Yungas”. Las mismas están definidas principalmente por ocurrir en las laderas de las montañas en una franja altitudinal donde el ambiente se caracteriza por una persistente o estacional cobertura de nubes y neblinas.

Los bosques nublados se caracterizan por una enorme diversidad biológica (tan diversa quizás como la selva tropical lluviosa), pero también por regular los importantes caudales hídricos de los ríos que atraviesan el continente y sobre todo, por compartir una historia de uso y de oferta de recursos en forma ininterrumpida con la humanidad durante por lo menos la última decena de miles de años. En la actualidad, los bosques nublados a escala continental, están considerados como uno de los sistemas naturales más frágiles a la intervención humana, ya que sobre ellos están actuando con inusual fuerza los procesos de degradación por sobre-utilización y conversión en sistemas agrícolas y campos de pastoreo. Al mismo tiempo, son pocas las experiencias de manejo de los recursos naturales que sobre la base de criterios de sustentabilidad, encuentren un mercado atractivo para los productos del bosque y que redunden en un beneficio directo para las comunidades que los habitan.

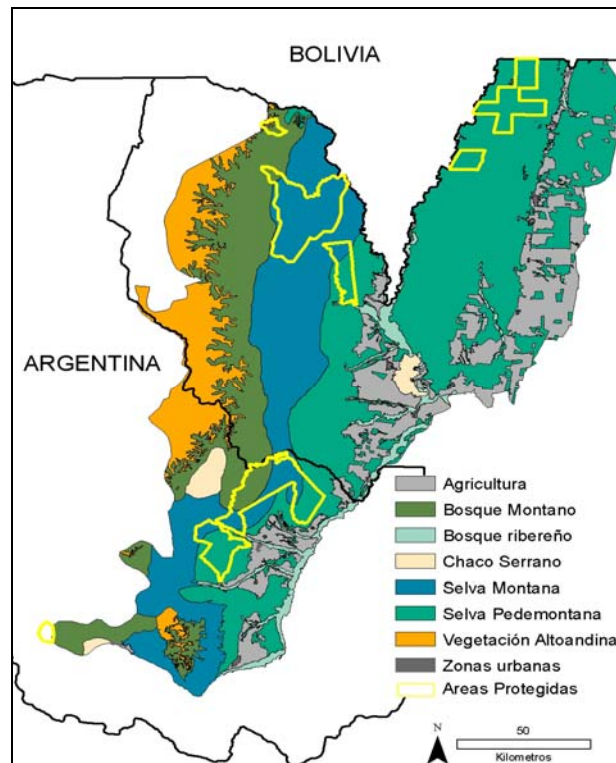
La preservación de un paisaje tan heterogéneo como en el que se encuentran los bosques nublados en la actualidad junto con la rica biodiversidad que albergan, sólo será posible si elaboramos una estrategia de conservación en la cual las áreas protegidas se complementen con el manejo sustentable del espacio circundante. Esta estrategia debe buscar la forma de trabajar sobre la matriz boscosa dominante del paisaje, sobre los corredores biológicos, particularmente sobre las tierras privadas y comunales. Para ello, es central la generación de conocimiento y la capacitación técnica y científica de quienes regulan y de quienes toman las decisiones de manejo a lo que debemos sumar el involucramiento activo del sector privado.

En el noroeste de Argentina y sur de Bolivia se encuentra el límite sur de la distribución de los bosques andinos yungueños en América del Sur. Conocidos localmente como "Selva tucumano-boliviana", "Selva tucumano-oranense" ó "Yungas", estos bosques húmedos subtropicales presentan

precipitaciones concentradas en el período estival (noviembre-marzo). En conjunto con la Selva misionera, estos dos núcleos selváticos, de similar superficie, representan alrededor del 2% de Argentina continental, pero acumulan más del 50% de la biodiversidad del país. En Argentina, las Yungas ocupan una superficie estimada actual de 5.2 millones de hectáreas, extendiéndose desde la frontera con Bolivia (23°S) hasta el norte de la Provincia de Catamarca (29°S), pasando por las Provincias de Salta, Jujuy y Tucumán. Presentan una longitud de 700 km en sentido Norte-Sur y menos de 100 km de ancho, en un rango altitudinal entre los 400 y 3000 m snm.

En Argentina, las áreas que tradicionalmente han sido ubicadas dentro de las selvas de montañas o Yungas han sido denominadas como *Yungas en sentido estricto* y ocupan una superficie aproximada de 2.7 millones de hectáreas. A estos bosques, deben sumarse las *Yungas en transición*, otras 2.5 millones de hectáreas relativamente más secas, usualmente más simple estructuralmente y menos diversas, que comunmente aparecen formado ecotonos con ambientes de Chaco Semiárido y Chaco Serrano, como se puede observar al este de la Ruta 34.

Las *Yungas en sentido estricto* se caracterizan por un fuerte gradiente altitudinal que tiene por correspondencia un importante gradiente en la composición específica de la vegetación. Dependiendo del punto del gradiente altitudinal en que uno se encuentre, existen especies adaptadas a las más diversas condiciones ambientales (sequía, altas temperaturas, elevados niveles de humedad, heladas y nevadas invernales). Esta situación genera condiciones ambientales para la coexistencia de especies de diferentes orígenes biogeográficos a lo largo del gradiente altitudinal (especies andinas, holárticas, austral-gondwánicas, tropicales). Como respuesta al gradiente ambiental la vegetación de las Yungas se organiza en pisos o franjas de vegetación de características fisonómicas y florísticas bien diferenciables: la Selva Pedemontana (400 – 700 m snm), la Selva Montana (700 – 1500 m snm) y el Bosque Montano (1500 – 3000 m snm). En el Mapa 1 se muestra la disposición de los pisos altitudinales de Yungas en la ACRB junto a las áreas protegidas.



Mapa 1. Distribución de las unidades ambientales y esfuerzo de conservación de la biodiversidad en la Alta Cuenca del Río Bermejo.

Las unidades ambientales del Departamento San Martín

El Departamento San Martín se encuentra ocupado mayormente por SPM, el piso ecológico de Yungas con mayor presión por transformación y degradación. Esta selva también denominada de “palo blanco y palo amarillo” ha sido considerada como relictos de un bosque que se extendió por gran parte de las áreas tropicales y subtropicales de Sudamérica del cual quedan pocos fragmentos. Además del que nos ocupa, existen parches de este tipo de bosque en el centro de Argentina y Paraguay, SE de Bolivia, extremos NE de Brasil (Caatinga) y norte de Venezuela y Colombia (Península de Guajira) (Prado 1995). Las especies dominantes son el palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), palo amarillo (*Phyllostylon rhamnoides*), lapacho rosado (*Tabebuia impetiginosa*), cebil (*Anadenanthera colubrina*), quina (*Myroxylon peruiferum*), afata (*Cordia trichotoma*), palo lanza (*Patagonula americana*), pacará (*Enterolobium contortisiliquum*) y urundel (*Astronium urundeuva*).

Situación social del Departamento San Martín

Este departamento se sitúa al norte de la Provincia de Salta. Limita al norte y al oeste con la República de Bolivia, al este y sudeste con el Departamento Rivadavia y al sudoeste con el Departamento Orán. Su superficie es de 16.257 km², que equivale al 10,1% de la superficie total de la provincia. Su población es de 151.331 personas (es el departamento con mayor número de habitantes después del departamento capital), presenta una densidad de 8,6 habitantes por km² que se reparten en seis municipios: Aguaray, Embarcación, General Mosconi, General Ballivián, Profesor Salvador Mazza y Tartagal. La principal ciudad del Departamento es Tartagal con una población de 55.600 habitantes. Le siguen en importancia Embarcación (17.704 habitantes), Salvador Mazza (16.227 habitantes), General Mosconi (12.925 habitantes) y Aguaray (8.055 habitantes); estas dos últimas surgidas como consecuencia del auge de la explotación petrolera en la zona. Todas las ciudades mencionadas están ubicadas próximas a la Ruta Nacional N° 34, que conduce a la República de Bolivia. En las áreas montañosas se encuentran los poblados de Acambuco, El Chorrillo, Campo Largo y Macueta, las dos primeras incluidas en la Reserva Acambuco.

Para el Departamento de San Martín en 1991 había 9.642 hogares con NBI y en el 2001 los mismos aumentaron a 10.854, lo que significa el 35,3 % del total departamental. Si se utilizan otras herramientas de medición de la pobreza como la Línea de Pobreza (LP) y la Línea de Indigencia (LI), se observa que en el año 2002 el 59,3 % de los hogares estaban bajo la LP y que el 32 % de estos mismos hogares estaban bajo la LI. Si tenemos en cuenta a los habitantes del departamento el 70,3 % de estos vivían bajo la LP y el 42,5 % de estas personas estaban ubicadas bajo la LI. Otro indicador señala que de los 30.697 hogares del departamento sólo 16.969 están conectados a la red pública de agua; mientras que 14.740 tienen inodoros sin descarga de agua o no tienen. En el sector agropecuario hubo una importante incorporación de superficie para cultivo, ya que entre 1988 y 2003 se incorporaron 300.000 hectáreas. En ese año en el Departamento San Martín la superficie cultivada en hectáreas fue la siguiente: soja 59.890 ha, poroto 95.490 ha, maní 4.530 ha y maíz 3.750 ha. En los últimos doce años la industria de los hidrocarburos se incrementó notablemente. La producción salteña de petróleo registró un crecimiento del 130 % y la de gas un 352 %.

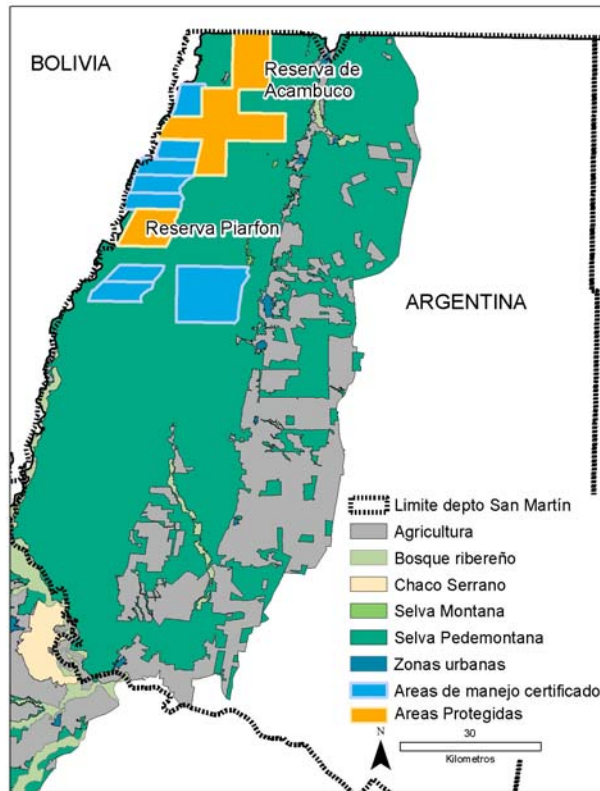
En cuanto a la actividad forestal de la región durante la primera mitad del siglo XX la explotación forestal fue una actividad importante en las áreas de selva y bosques del NOA e impulsó la

economía de los pueblos que iban surgiendo hacia el interior de las provincias. En las dos últimas décadas del siglo XX la actividad sufre una gran recesión, fundamentalmente por cuestiones macroeconómicas y disminución de las existencias maderables, al punto que hoy no es considerada como una actividad productiva a tener en cuenta en las estadísticas del departamento. A pesar de ello hoy se encuentran una importante cantidad de pequeños aserraderos y un devenir de camiones madereros se observan permanentemente transitar por la ruta 34.

LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL DPTO. SAN MARTÍN

El Departamento San Martín tiene el 5.4 % de su superficie bajo alguna categoría de protección. Estas áreas están ubicadas todas en el sector montañoso al oeste de la Ruta Nacional N° 34 y representan el 13.6 % de la superficie de Yungas presente en el Departamento (Mapa 2). El bloque de selva continúa en el Departamento San Martín tiene 631.000 ha de las cuales el 44 % se encuentra a más de 5° de pendiente y el 56 % a menos de 5° de pendiente. De la superficie total, el 7.2 % se encuentra bajo manejo certificado de bosque (FSC) con zonificación de las propiedades que incluyen áreas de protección y áreas de manejo sustentable. Sólo el 4 % de la cuenca del Río Seco se encuentra incluido en reservas (Reserva Acambuco y Lotes PIARFON), mientras que la cuenca del Río Tartagal no queda incluida en ninguna de las categorías de conservación (Tabla 1).

En ese sentido es importante realizar una revisión del esquema actual de conservación del departamento, aumentando la superficie protegida en la montaña bajo un diseño técnicamente justificado que supere al esquema actual basado en una cuadrícula catastral. Además, debería incluir áreas en la transición Yungas – Chaco y sectores de Chaco Seco tanto como reservas estrictas como reservas de uso múltiple, particularmente en aquellos lotes fiscales con importante presencia indígena.



Mapa 2. Distribución de las unidades ambientales en el departamento San Martín donde se indican las áreas bajo un sistema de protección.

Tabla 1. Superficies de Reservas y áreas bajo manejo certificado del bosque de Yungas en el departamento San Martín, Salta. Se presenta el porcentaje que representa cada categoría con respecto al área de Yungas del departamento.

Nombre	Categoría	Sup. (ha y %)	% en Cuenca de Seco
PP. Acambuco	Reserva provincial	32.643 (5.2%)	3.9 % de cuenca Seco
Lotes PIARFON	Reserva provincial	7.890 (1.3%)	0.1 % de cuenca Seco
Forestal Santa Bárbara	Manejo certificado	45.363 (7.2%)	
TOTAL		85.896 (13.6%)	

DISTRIBUCIÓN E INTENSIDAD DE LA DEFORESTACIÓN A DISTINTAS ESCALAS EN LA REGIÓN

Alta Cuenca del Río Bermejo

La Selva Pedemontana es el piso altitudinal de las Yungas del noroeste de Argentina que sufrió con mayor intensidad el proceso de transformación y degradación de los últimos 100 años, particularmente las áreas de suelos profundos y con posibilidades de riego. En este ambiente se desarrollan cultivos de caña de azúcar, banana, citrus y en menor medida, hortalizas en invernaderos, trigo y maíz. En este piso se ubican los centros poblados más importantes de la región, reuniendo más de 3 millones de personas. Gran parte de esta población urbana y cerca de 1.5 millones de ha cultivadas dependen del agua que proviene de las montañas ubicadas al oeste.

En el año 1997 más del 55% de la Selva Pedemontana del NOA estaba ocupada por tierras agrícolas sistematizadas. Las áreas con bosque estaban representadas en un 23 % por bosques ribereños o áreas degradadas con arbustales y en un 5 % por bosques fragmentados. Una parte importante de esta superficie remanente se encuentra en la Alta Cuenca del Río Bermejo, en las proximidades de Orán, Tartagal, General Mosconi y en el área de Río Seco; las cuales están sometidas actualmente a una alta tasa de deforestación (10.000 ha/año).

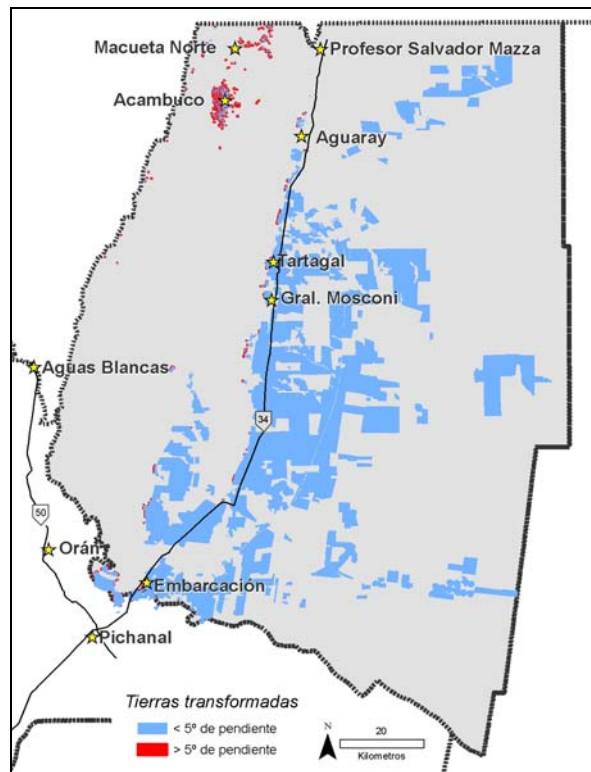
Dentro de la Alta Cuenca del Río Bermejo, el departamento con mayor superficie de tierras transformadas en agricultura antes del año 1990, es el de Anta en la Provincia de Salta. Esto se debe a que es el que tiene mayor historia de uso en el extremo norte de Argentina. La tasa de transformación de Anta para el período 90-03, también es la más alta en comparación a los otros departamentos analizados. El segundo departamento en importancia en cuanto a superficie de tierras deforestadas y a tasa de transformación, es el de San Martín. Los departamentos de San Pedro y Santa Bárbara tienen valores cercanos entre sí en cuanto a superficie de tierras deforestadas y representan en general menos de la mitad de los dos primeros departamentos mencionados (Tabla 2).

Tabla 2. Superficie en hectáreas de tierras deforestadas antes de la década del 90 y hasta el año 2003 y tasa anual de transformación en hectáreas para cada departamento estudiado.

Departamento	Provincia	Periodo	1990	2003	Tasa anual por dpto.
Anta	Salta	91-03	221.453	438.871	18.118
Orán (sector este)	Salta	89-03	35.471	75.933	2.890
Orán (sector oeste)	Salta	86-03	63.190	84.267	1.240
San Martín	Salta	89-03	106.776	251.513	10.338
San Pedro	Jujuy	86-03	45.205	51.982	399
Santa Bárbara	Jujuy	86-03	34.818	44.058	543

Departamento San Martín

Para los dos años analizados en el Departamento San Martín, la mayor superficie de tierras transformadas se ubica por debajo de los 5° de pendiente. Esta pendiente coincide con el límite de inflexión de la montaña y es hasta donde se realiza la transformación de grandes superficies. En el departamento coincide en gran medida con la Ruta Nacional N° 34 y el 98% de la transformación se concentra al este de la ruta (Mapa 3 y Tabla 3).

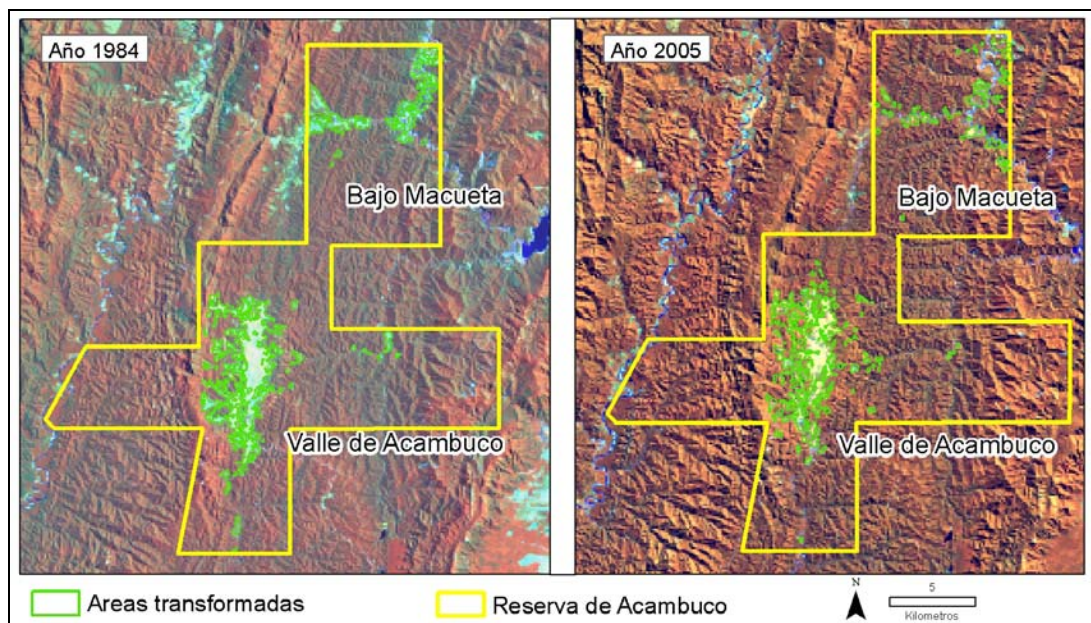


Mapa 3. Distribución de tierras transformadas en el año 2003 por encima y por debajo de los 5° de pendiente en el Departamento San Martín, Salta.

Tabla 3. Superficie transformada a más y a menos de 5° de pendiente antes de la década del 90 y hasta el año 2003, en el Departamento San Martín, Salta.

Año	Sup. a más de 5° (ha y %)	Sup. a menos de 5° (ha y %)	Total (ha)
1990	1.951 (1.8%)	104.825 (98.2%)	106.776
2003	1.786 (0.7)	249.727 (99.3%)	251.513

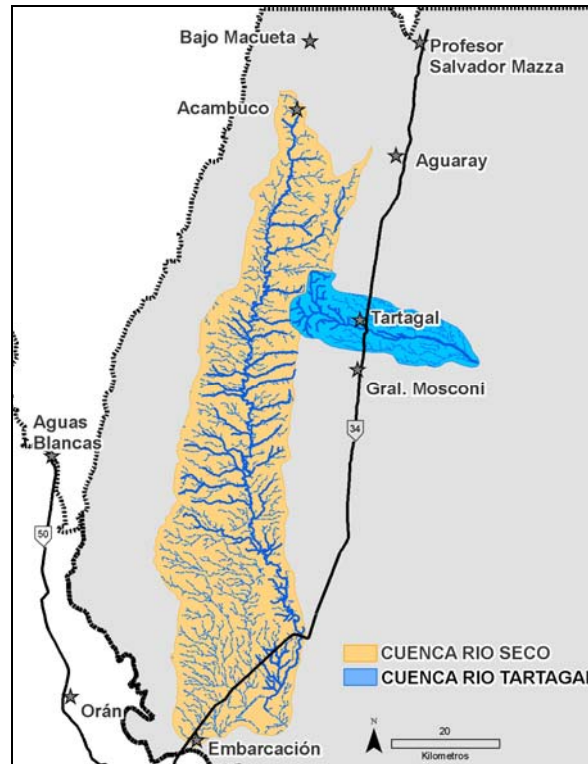
Las áreas transformadas en la zona plana corresponden a grandes extensiones de cultivos de soja y poroto principalmente, aunque también se cultivan maní y maíz. Las áreas transformadas por arriba de los 5° se concentran principalmente en las zonas de la Reserva Acambuco y de Bajo Macueta y corresponden a parcelas de agricultura migratoria de 2.5 ha de superficie promedio y a campos de pastoreos. En estas áreas montañosas se observa una tendencia a la disminución de actividades agrícolas-ganaderas (Bajo Macueta) o bien se observa una estabilización del proceso de transformación (Acambuco) (Mapa 4).



Mapa 4. Principales áreas con superficies transformadas en el año 2005 por arriba de los 5° de pendiente. Entre el año 1984 y 2005 se observa el proceso de disminución (Bajo Macueta) y estabilización (Acambuco) del proceso de transformación.

Cuenca del Río Seco

La cuenca del Río Seco tiene una superficie de 215.221 ha y abarca desde las Serranías de Itau donde el río nace con el nombre de Arroyo Acambuco hasta la desembocadura en la laguna de San José, al NE de la localidad de Embarcación (Mapa 5).



Mapa 5. Delimitación de las cuencas de los ríos Seco y Tartagal en el Departamento San Martín, Salta.

La mayoría de las áreas transformadas dentro de la cuenca del río Seco se ubican en las zonas planas con menos de 5° de pendiente. De las 140.000 ha que representan las tierras planas, el 22 % (aproximadamente 30.000 ha) se encuentra actualmente transformado en agricultura (Tabla 4). Siguiendo con esta tendencia de aprovechamiento de las zonas planas, podría esperarse que el 78 % restante de las zonas planas, esté sometido a una fuerte presión de transformación en los próximos años.

Tabla 4. Superficie transformada en el año 2005 en las zonas por debajo de los 5° de pendiente en las cuencas de los ríos Seco y Tartagal del departamento San Martín, Salta.

Cuenca	Transformada 2005	% de cuenca	% de zona plana
Río Seco	30.534	14.2 %	21.6 %
Río Tartagal	11.033	35 %	49.5 %

En el nacimiento del Río Seco, las zonas transformadas en parcelas de agricultura y campos de pastoreo se ubican dentro de la Reserva Acambuco. Estas áreas están transformadas desde tiempos históricos y su superficie en los últimos años ha disminuido ligeramente o se mantiene estable. En el sector sur de la cuenca la transformación ha ido en aumento desde el año 1975 cuando sólo había 2.200 ha transformadas, hasta llegar a 30.534 ha en el año 2005 (Fig. 1 y Mapa 6).

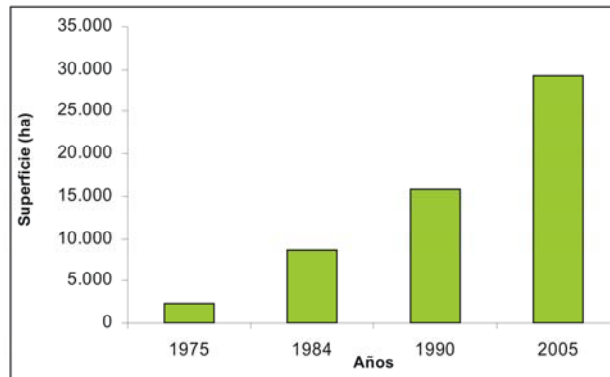
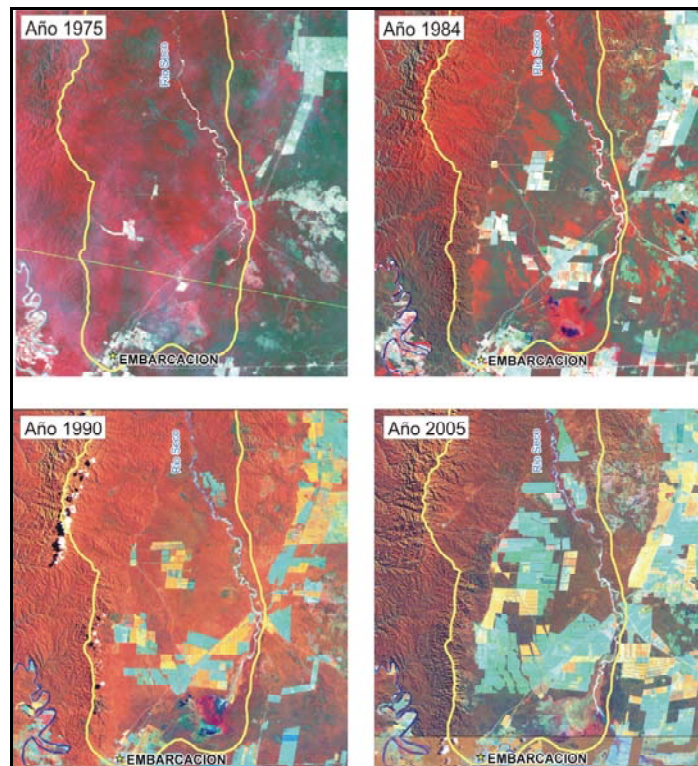
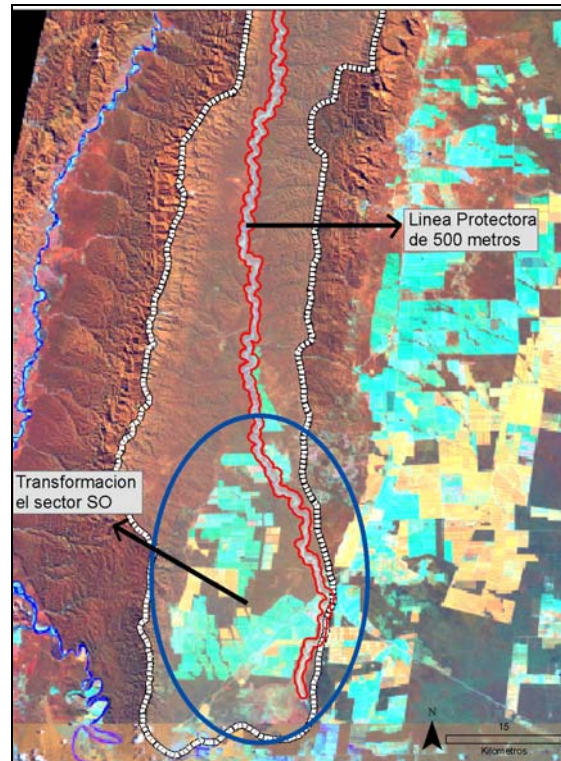


Figura 1. Superficie transformada en la zona plana (menos de 5° de pendiente) en la cuenca del río Seco para una serie temporal desde el año 1975 al 2005.



Mapa 6. Serie temporal de imágenes Landsat donde se muestra la transformación en la cuenca del Río Seco en el periodo 1975-2005.

En cuanto a la ubicación espacial de las tierras transformadas, se observa que el 88 % de la superficie transformada en el año 2005 está concentrado al sur-oeste del Río Seco. Por otro lado, si consideramos una franja protectora a lo largo del río de 500 metros de ancho (corredor ripario) a ambos lados del mismo, se observa que solo el 4.5 % se encuentra transformado en la actualidad (Mapa 7).

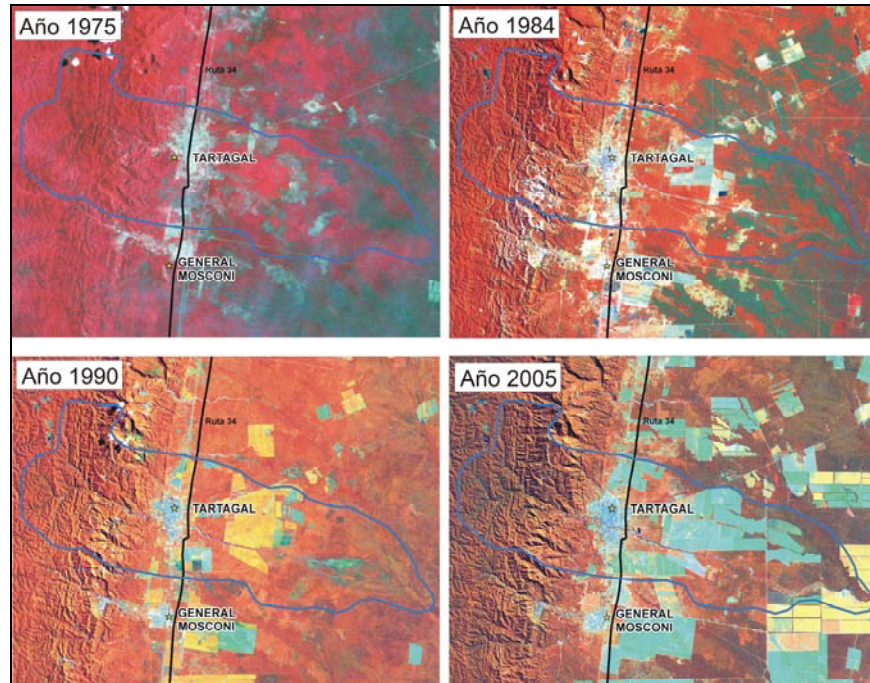


Mapa 7. Disposición espacial de las tierras transformadas en el año 2005 para la cuenca del río Seco en el Departamento de San Martín, Salta. Se indica el corredor ripario de 500 m a ambos lados del río.

Cuenca del Río Tartagal

El Río Tartagal tiene un cuenca de 31.560 ha. Nace en la Sierra de Tartagal, atraviesa la ciudad de Tartagal y se extiende hasta el este de la ruta 34 (Mapa 5). Al igual que en la cuenca del Río Seco, la superficie transformada se encuentra por debajo de los 5° de pendiente, cerca de la desembocadura del Río Tartagal. Al considerar la franja protectora de 500 m a ambos lados del río se observa que el 37 % se encuentra transformado (aproximadamente 1.400 ha). La superficie transformada es de 11.033 ha lo cual representa el 35 % con respecto a la superficie total (Tabla 4). En el Mapa 8 se presenta una secuencia temporal de imágenes Landsat donde se observa la

transformación en el periodo 1975-2005 y en la Figura 2 se presentan los valores de superficie para cada año analizado.



Mapa 8. Serie temporal de imágenes Landsat donde se muestra la transformación en la cuenca del Río Tartagal en el periodo 1975-2005.

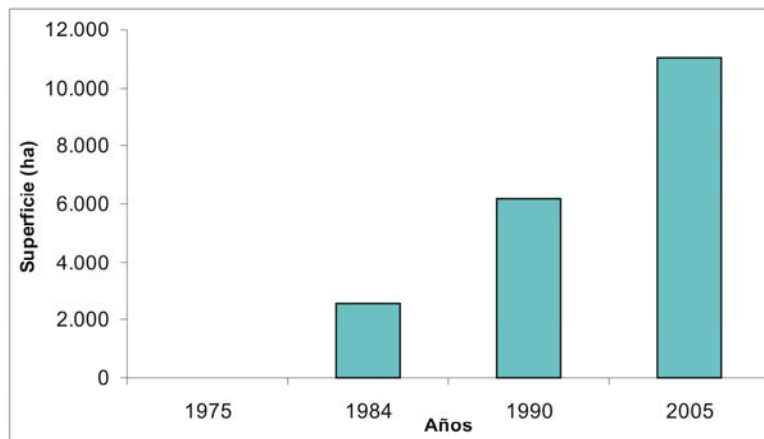
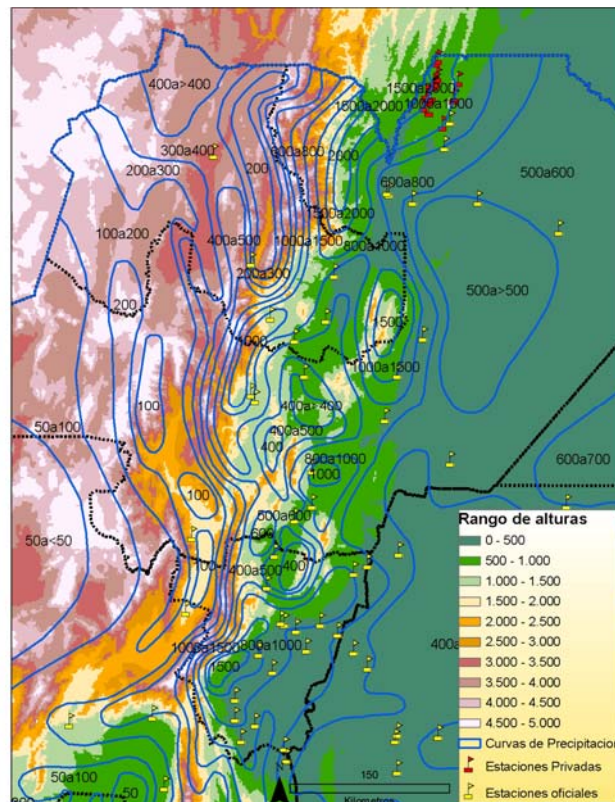


Figura 2. Superficie transformada en la zona plana (menos de 5° de pendiente) en la cuenca del Río Tartagal para una serie temporal desde el año 1975 al 2005.

LAS PRECIPITACIONES EN LA REGIÓN (DISTRIBUCIÓN, COMPORTAMIENTO Y EVOLUCIÓN TEMPORAL)

El noroeste de Argentina la intensidad de las precipitaciones están relacionadas a la disposición espacial y altura de los cordones montañosos, siendo mayores en las laderas este a partir de los cordones montañosos que superan los 2000 metros de altitud (Mapa 9).



Mapa 9 Relación espacial entre la disposición de los cordones montañosos y el aumento de precipitaciones con la altura de los mismos. Se muestra la ubicación de las estaciones meteorológicas en el noroeste de Argentina de fuentes privadas y nacional.

En un análisis histórico de alrededor de 300 años de las precipitaciones medias anuales para el noroeste de Argentina, se observa un aumento en los últimos 50 años (Fig. 3). Analizando sólo los datos climáticos de las estaciones ubicadas en la región de la Alta Cuenca del Río Bermejo para un periodo temporal más acotado, se observa el mismo patrón (Fig. 4).

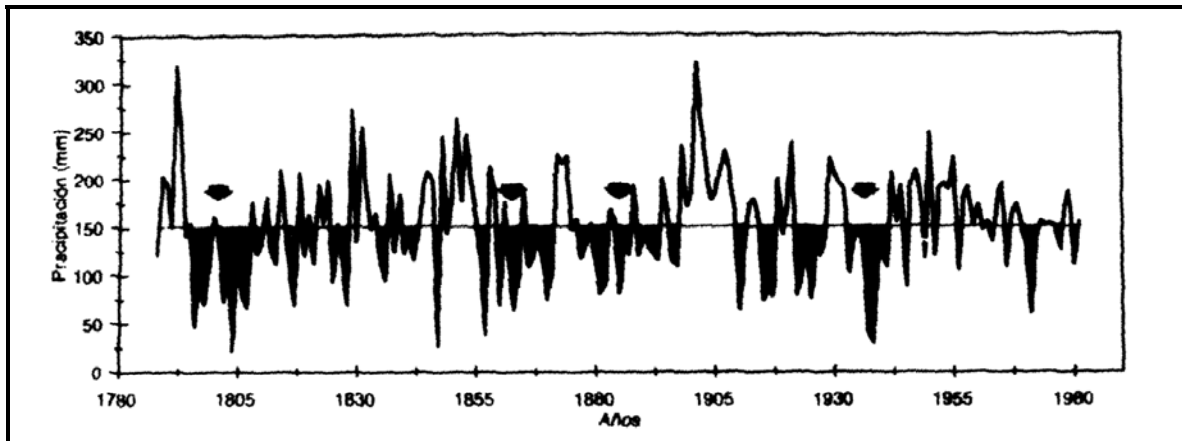


Figura 3. Incremento de las precipitaciones en los últimos 300 años en el noroeste de Argentina (Tomado de Villalba 1995).

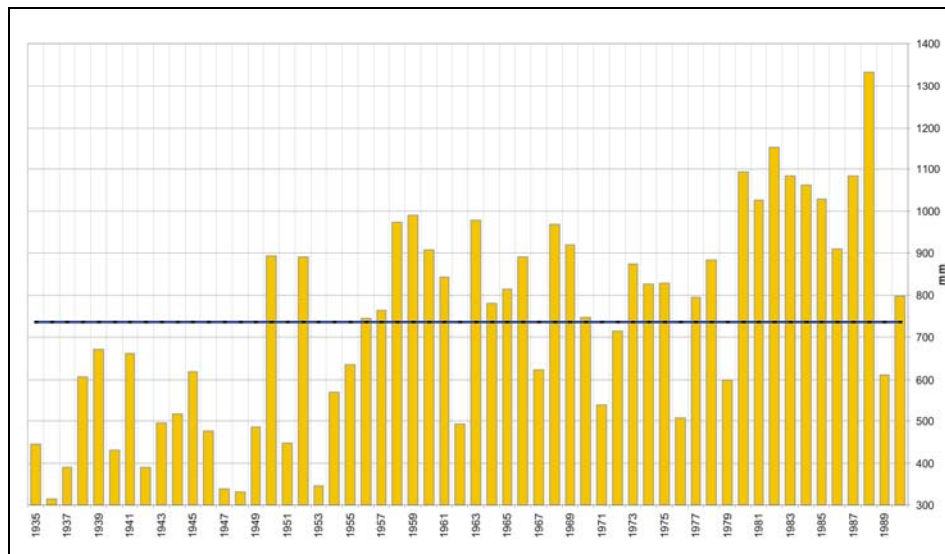


Figura 4. Incremento de precipitaciones en el periodo 1934-1990 en la Selva Pedemontana de la ACRB (Orán, Tartagal, Pichanal, L G. San Martín). La línea horizontal muestra la precipitación anual media para el periodo considerado.

En base a registros de estaciones privadas, se hizo un análisis estacional de la lluvia caída y de los eventos de tormenta desde el año 2001. Las precipitaciones están concentradas en la estación del verano, por lo que se usó el periodo comprendido entre los meses de diciembre a abril como duración de la estación lluviosa. La lluvia total acumulada en los 5 meses de verano varía entre 500 y 1100 mm para los alrededores de Tartagal entre los años 2001 y 2005 (Fig. 5), lo cual significa un promedio mensual para la estación lluviosa de entre 100 y 200 mm aproximadamente (Fig. 6). El

año 2006 tiene un valor por encima de la media en las dos medidas, alcanzado los 1900 mm de precipitaciones acumuladas y un promedio mensual de casi 400 mm.

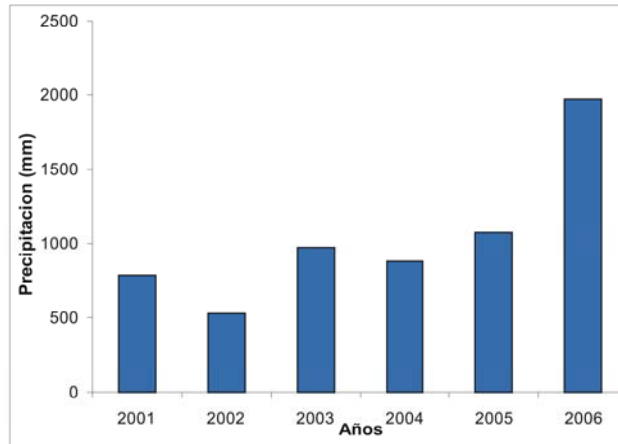


Figura 5. Precipitación acumulada de los meses de verano (diciembre - abril) para los alrededores de Tartagal (periodo 2001-2006).

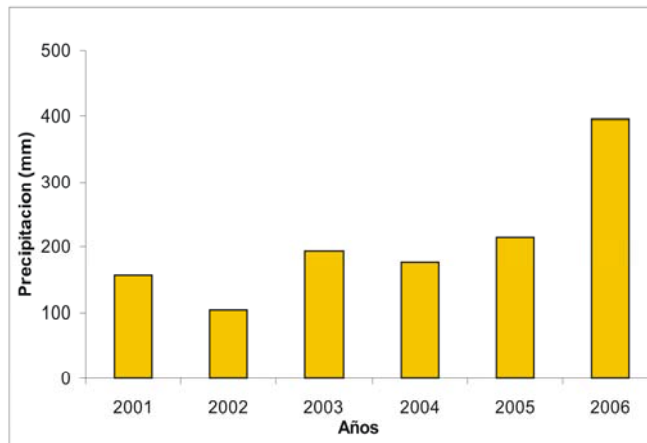


Figura 6. Promedio mensual de precipitaciones para los meses de verano (diciembre - abril) para los alrededores de Tartagal (periodo 2001-2006).

Considerando los eventos de tormentas intensas como las precipitaciones que superan los 100 mm de lluvia caída en forma continua, también se observa que el año 2006 tiene valores significativamente superiores en cuanto al número de tormentas registrados en el periodo y el máximo de lluvia caída (Tabla 5).

Tabla 5. Número de tormentas con más de 100 mm y valores máximos de precipitaciones para el área montañosa cercana a la ciudad de Tartagal en el Departamento San Martín, Salta.

	Num. de tormentas	Máximo (mm)
Verano 00	1	117
Verano 01	0	99,3
Verano 02	0	51
Verano 03	1	153
Verano 04	1	110
Verano 05	1	137
Verano 06	7	215

Ya sea analizando los valores promedios y máximos estacionales o los eventos puntuales de tormentas, se observa que el año 2006 es un año particularmente húmedo con valores de precipitaciones superiores a los normalmente ocurridos en los últimos cinco años. El valor máximo registrado en una tormenta en el año 2006 (215 mm) coincide con el valor promedio mensual del año 2005 (214 mm) que fue el año más húmedo del período 2001-2005.

Si embargo, este fenómeno no es un hecho que no haya ocurrido anteriormente, sino que en un análisis temporal mayor, es posible encontrar años con precipitaciones más altas del promedio normal. Por ejemplo, el año 1984 fue un año particularmente húmedo asociado al evento del niño (Fig. 7). Lo que si hay que considerar, es que debido a las tendencias regionales de aumento de las precipitaciones, los años extraordinariamente húmedos actualmente ocurren en condiciones de mayor humedad y es probable que esta tendencia se mantenga.

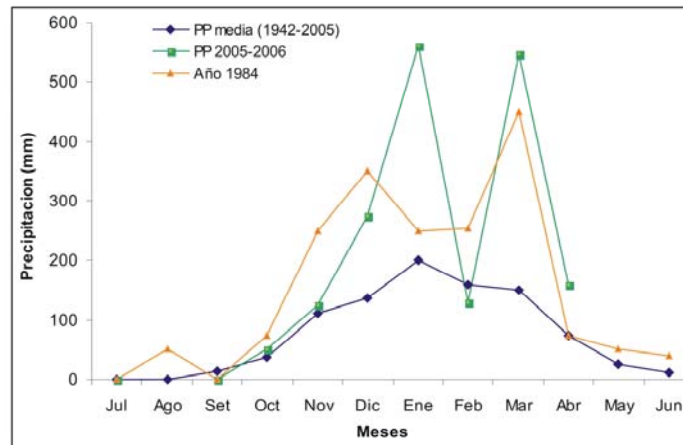


Figura 7. Distribución de precipitaciones medias anuales para el periodo 1942-2005 en áreas cercana a la ciudad de Tartagal en el departamento San Martín, Salta.

DINÁMICA DE CARBONO Y SU INFLUENCIA EN EL CAMBIO DEL CLIMA GLOBAL Y LOCAL

Una proporción importante del “efecto invernadero” se atribuye a la liberación de carbono a la atmósfera principalmente por parte de la actividad industrial. Los bosques constituyen un sitio de almacenamiento de carbono y de esta forma, contribuyen a mitigar el cambio climático global. El cambio de uso de la tierra, más específicamente la transformación de áreas de bosque en áreas de cultivo genera emisiones de carbono a la atmósfera.

A escala mundial, las emisiones de CO² causadas por utilización de combustibles fósiles se estimaron en 23,5 Gt (gigatoneladas) para el año 2000 (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2005). Estas emisiones están principalmente concentradas en cuatro áreas (Fig. 9): América del Norte (Medio oeste y zona oriental de los Estados Unidos), Europa (región noroccidental), Asia oriental (costa oriental de China), y Asia meridional (subcontinente indio). Estas áreas presentan un promedio de emisiones mayor a 0,1 Mt de CO² al año.



Figura 9. Distribución mundial de las grandes fuentes estacionarias de CO², basada en una compilación de información de dominio público sobre fuentes de emisiones mundiales, Agencia Internacional de Energías-gases de efecto invernadero, 2002. (Modificado de Grupo Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático 2005).

En nuestro país, el cambio de uso de la tierra (deforestación) generalmente consiste en volteo de la vegetación, formación de escolleras y quema de la vegetación. En los casos en que se usa la madera, es principalmente para leña por lo que también representa liberación de carbono a la atmósfera. En relación a otras fuentes de emisiones, la deforestación en Yungas y Chaco durante el período 1998-1999 produjo más emisión de CO² que la producida por todo el parque automotor del país durante el año 1997 (Fig. 10).

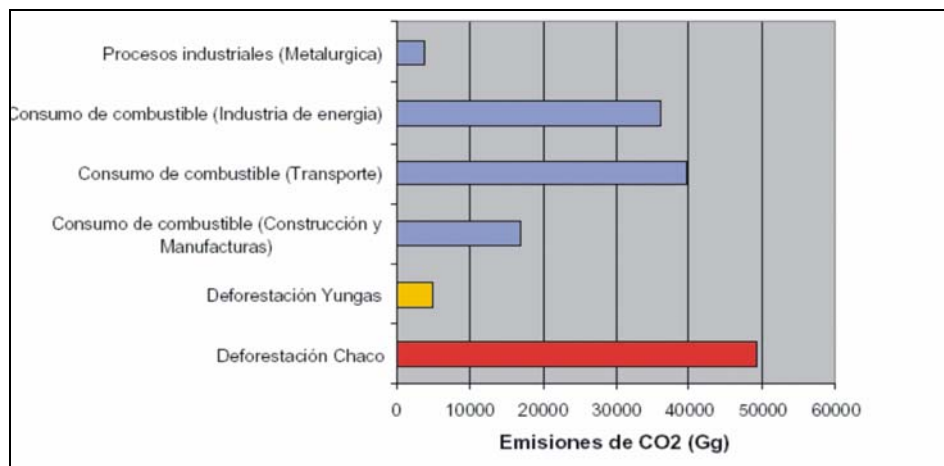


Figura 10. Emisiones de CO² (calculadas en gigagramos) en Argentina para distintas fuentes de emisión durante 1997 (Fuente: Inventario Gases Efecto Invernadero Argentina) comparados con la deforestación en el período 1998-1999 (Fuente UMSEF, Dirección de Bosques Nativos).

La estimación de la emisión de CO² por deforestación en las provincias que contienen Chaco y Yungas (Chaco, Formosa, Salta, Jujuy, Tucumán, Santiago del Estero y Córdoba) es de 54.366 Gg. Como dato para comparar, Bolivia reportó una emisión por transformación de bosques y pastizales en el año 1990 de 49.645 Gg que declinó a 32.988 Gg en 1994. Por su parte Chile para el año 1990 reportó una emisión de 20.823 Gg.

A escala mundial, la emisión de CO² de Argentina representa aproximadamente un 0.9% del total, de la cual, 1/3 corresponde a los desmontes. Por otro lado, si bien técnicas de amplia difusión en Argentina, tal es el caso de la siembra directa, conservan e incluso tienden a aumentar la cantidad de carbono en el suelo, las áreas de bosque que son transformadas contienen un promedio de 110 tn C/ha. Esta cantidad de carbono es liberada en el proceso de transformación y difícilmente pueda ser recapturada totalmente a través de la siembra directa, por lo que el saldo neto de carbono fijado cuando la actividad agrícola implica deforestación es claramente negativo (Adamoli 2006).

CONCLUSIONES

El Departamento San Martín tiene una de las tasas más altas de transformación en comparación a otros departamentos de la Alta Cuenca del Río Bermejo. Si bien existe un proceso histórico de transformación asociado a las comunidades rurales de las zonas de montaña, el proceso de transformación actual y de grandes extensiones, se produce en la zona plana del departamento por debajo de los 5° de pendiente, al este de la Ruta Nacional N° 34. En un análisis detallado de las cuencas de los ríos Seco y Tartagal, que son de interés debido a los sucesos catastróficos ocurridos en el verano del año 2006, se observa que un porcentaje entre bajo y medio de las cuencas se encuentra transformado (14 y 35 % respectivamente). Además, las áreas transformadas se encuentran en la zona de las desembocaduras de los ríos y no en las cabeceras de las cuencas.

Por otro lado, las precipitaciones que se registraron en el verano del 2006, tanto en cantidad de lluvia caída como en número y magnitud de las tormentas ocurridas a lo largo de la estación, fueron particularmente elevadas en comparación con los últimos cinco años analizados, para los que se cuentan con registros diarios detallados. Sin embargo, este verano en un análisis histórico, no es un evento aislado sino que ha ocurrido en otras fechas como el año 1984. Finalmente, la tendencia climática regional marca un aumento anual de las precipitaciones, por lo que los años extraordinarios deben ser analizados en un contexto climático creciente de mayor humedad general.

Las emisiones de Carbono debidas a deforestación si bien son elevadas en Argentina, en el contexto de las otras fuentes de emisión nacionales, representan un bajo porcentaje a las emisiones globales (menos del 0.3% del total).

Debido a que los dos factores principales analizados (proceso de transformación y eventos de lluvias) interactúan para determinar áreas de riesgo de inundaciones y/o erosión, se deberían tomar medidas de ordenamiento territorial de áreas naturales y urbanas que colaboren a disminuir o evitar los eventos como los ocurridos en este año. Si bien es muy probable que factores como la deforestación hayan tenido una responsabilidad menor en los eventos catastróficos del pasado verano, es obvio que una mayor degradación de las cuencas por transformación, degradación forestal y falta de sistematización de las cuencas, generarán un contexto que agravará la actual situación frente a un horizonte de precipitaciones crecientes.

Algunas acciones que debieran implementarse en este sentido son las siguientes:

- 1) **Síntesis y estandarización de información regional.** Numerosas instituciones y personas están generando continuamente información regional de calidad variable y bajo criterios metodológicos y escalas diferentes. Es necesario generar un plan que permita armonizar fácilmente la información y que permita que en forma simple y directa pueda ser utilizable y comparable entre sí (por ejemplo definición geográfica de las cuencas, escalas de trabajo, criterios de zonificación, años de muestreo, etc.).
- 2) **Sistematización de la información climática.** La distribución de las estaciones climáticas y de aforo en la zona de la Alta Cuenca del Río Bermejo y del Departamento San Martín en particular, no es uniforme tanto espacial como temporalmente. Debido a intereses en particular o a las oportunidades de instalación de las estaciones, se nota un vacío de información en las zonas montañosas. Sería importante realizar un relevamiento completo de las estaciones en funcionamiento (privadas y oficiales), realizar un análisis de la información existente y determinar las áreas en las que se podrían instalar estaciones de modo de completar un gradiente de situaciones que permitan análisis detallados tanto a escala temporal como espacial.
- 3) **Desarrollar una planificación urbana por parte del gobierno.** La magnitud del impacto sobre la infraestructura alcanzada por las crecientes ocurridas, se debe en gran medida a que afectaron a la población instalada en zonas aledañas al cauce del río Tartagal y a la incomunicación del sector norte del departamento debido al derrumbe del puente sobre el cauce del río Seco. Ambas situaciones podrían mitigarse mediante la adopción de políticas de ordenamiento urbano que incluyan el condicionamiento de la expansión de la población hacia las márgenes de los ríos, la habilitación de espacios adecuados para la instalación de la población, el acondicionamiento de las dimensiones de los puentes acordes a los caudales actuales e históricos de los ríos y la sistematización de las cuencas en zonas particulares.

4) **Desarrollar un plan de ordenamiento territorial de áreas naturales a escala regional.**

Este plan debería incluir la adopción de medidas que garanticen una planificación y diseño de las áreas protegidas en la región que aseguren un estado de conservación de las cuencas en sus dimensiones de biodiversidad y control del régimen hidrológico. Por otra parte es necesario un plan de aprovechamiento forestal regional que permita mejorar la estructura y cobertura del mismo y por otro lado contribuya a la mejora en la calidad de vida y el desarrollo de actividades productivas que sean compatibles con la conservación de las cuencas de la región.

5) **Desarrollo de un comité de crisis.** Los eventos pasados recientemente han puesto en evidencia la buena predisposición de la sociedad en general y sus instituciones oficiales y privadas en colaborar en la solución de los graves problemas acaecidos. Sin embargo también se puso de manifiesto la falta de previsión, de planificación y organización para responder en forma efectiva e inmediata. Teniendo en cuenta que estos eventos son de probable recurrencia en el futuro es necesario prever y generar un espacio institucional con medios y capacidades acordes a las necesidades regionales.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Brown, A.D. 1995a. Ecology and conservation of the Argentine Montane Forest. En Tropical Montane Cloud Forests. Hamilton, L.; J.Juvik y F.Scatena (Eds.). Pp. 107-115. Springer-Verlag Ecological Studies Vol. 110.
- Brown, A.D. 1995b. Las selvas de montaña del noroeste de Argentina: problemas ambientales e importancia de su conservación. En Investigación, conservación y desarrollo en las selvas subtropicales de montaña. Brown, A.D. y H.R. Grau (Eds.). Pp. 9-18. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, UNT.
- Brown, A.D. y M. Kappelle. 2001. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional.. En Bosques Nublados de Latinoamérica. M. Kappelle y A.D. Brown (Eds.) pp: 25-40. Editorial INBio, Costa Rica.
- Brown A.D.; A Grau; T Lomáscolo y N.I. Gasparri. 2002. Una estrategia de conservación para las selvas subtropicales de montaña (Yungas) de Argentina. Ecotrópico 15: 147-159.
- Brown A.D. y L. Malizia. 2004. Las selvas pedemontanas de las Yungas en el umbral de la extinción. Ciencia Hoy 14 (83) 52-64.
- Brown, A.D.; S. Pacheco; T. Lomáscolo y L. Malizia. 2006. Situación ambiental en los Bosques Andinos Yungueños. En La situación ambiental argentina 2005. Brown, A.D.; U. Martínez Ortiz; M. Acerbi; J. Corcuera (Eds.). Pp. 53-55. Fundación Vida Silvestre.
- Gasparri, N.I. y E. Manghi. 2004. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales de Argentina. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Dirección de Bosques Nativos. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 26 pp.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2005. La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. OMM, PNUMA.
- Villalba, R. Estudios dendrocronológicos en la selva Subtropical de Montaña, implicaciones para su conservación y desarrollo. En Investigación, conservación y desarrollo en las selvas subtropicales de montaña. Brown, A.D. y H.R. Grau (Eds.). Pp. 59-68. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, UNT