

## Monitoreo de cambio de uso del suelo en el Gran Chaco Americano

Romina Cardozo<sup>1,2</sup>  
Fernando Palacios<sup>1,3</sup>  
Jazmín Caballero<sup>1,4</sup>  
Oscar Rodas<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Asociación Guyra Paraguay  
Gaetano Martino esq. Tte. Ross N°215, Asunción, Paraguay  
<sup>2</sup> rominac@guyra.org.py, nadiaromin@gmail.com  
<sup>3</sup> fernando@guyra.org.py  
<sup>4</sup> jazminrociocab@hotmail.com  
<sup>5</sup> oscar@guyra.org.py

**Abstract.** The objective of this study was the monthly monitoring of land use change in the Gran Chaco shared between Argentina, Paraguay, Bolivia and Brazil, using remote sensing techniques and geographic information systems. This report have been made throughout visual interpretation of the satellite images Landsat 5 TM and Landsat 7 ETM+, identifying changes in land cover from October 2011 to October 2012. A summary of forest coverage loss was calculated and with this data, a calculus of forest cover loss per administrative division were made. For this study period, we obtained a total deforested area of 555,459 hectares (ha) equivalent to 0.5% of the Gran Chaco, where Paraguay was the country where most forest cover were loss, with 309,181 ha, representing the 56% of the total, followed by Argentina with 212,017 ha (38%), Bolivia with 34.260 ha, which represents the 6% of the total forest coverage change in the period of study, there were no detected deforestations in Brazil. The main pressure over the Chacoan forest is the increasing expansion of the agriculture and cattle ranching activities a result of the global demand for food. Monitoring efforts should continue over longer periods of time, and should include other research partners to accurately measure the impacts on the fauna and flora of the Gran Chaco and the consequences in human population.

**Palabras claves:** deforestación, desmontes, Gran Chaco Americano, Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, deforestation, Great American Chacoan.

### 1. Introducción

El Gran Chaco Americano es una vasta región de planicies con características fitogeográficas propias del centro sur del continente Sudamericano. (Iriando 1993), es el tercer gran territorio biogeográfico y morfoestructural de América Latina después del Amazonas y el Sistema Sabánico Sudamericano. Cubre porciones de cuatro países: Argentina (62.19%), Paraguay (25.43%), Bolivia (11.61%) y Brasil (0.77%).

Extendiéndose desde latitudes tropicales (18°S) hasta ambientes subtropicales (31°S), esta división ecológica presenta una gran variedad de climas y relieves que dan origen a una amplia diversidad de ambientes; desde pastizales, esteros y sabanas secas e inundables, hasta bañados, salitrales, sierras y ríos; y, por supuesto, una gran extensión y diversidad bosques y arbustales (TNC, 2005). Engloba dos grandes ecorregiones, el Chaco Húmedo y Chaco Seco, representadas por diferentes ecosistemas en cada país (Morello, 2009, Mereles, 2005).

Los cambios de uso del suelo en el Gran Chaco se remonta varias décadas atrás, siendo la Argentina la que posee mayor superficie convertida a usos agropecuarios, 89.000 a 91.000 km<sup>2</sup> en 2004 (Brown et al., 2005, TNC- FVSA, 2006, Torrella y Adámoli, 2006). En Paraguay esta conversión empieza a partir de 1940 (Mereles & Rodas, 2009) y fue el que ha experimentado grandes cambios en la cubierta forestal en las últimas décadas ( Huang *et. al.* , 2009).

Este cambio de uso de suelo se traduce en la pérdida de bosques siendo la principal causa, la deforestación a gran escala para la implantación de sistemas agropecuarios

(Morello, 2006). La deforestación representa una pérdida directa de superficie de bosque y es un proceso que muestra una alta variación espacial, respondiendo a una combinación de factores socioeconómicos y naturales que determinan la forma en que se produce.

La agricultura comercial en gran escala, enfocada a las exportaciones incluida la ganadería ha aumentado notablemente y es responsable de la mayor parte de la deforestación de la Sudamérica. Dadas las políticas de industrialización basadas en las exportaciones, la continua demanda mundial de productos agrícolas, ganaderos y forestales y, de forma creciente, de biocombustibles, intensificará la presión sobre los bosques. (FAO, 2009).

En este trabajo se presentan los resultados correspondientes al monitoreo de cambio de uso del suelo que ocurrió en el Gran Chaco Americano durante el período octubre del 2011 a octubre del 2012.

## **2. Metodología de Trabajo**

### **2.1. Área de Estudio**

El Gran Chaco Americano se extiende desde latitudes tropicales (18°S) hasta ambientes subtropicales (31°S), en Argentina, Paraguay, Bolivia y en una pequeña porción de Brasil, ocupando 1.066.000 km<sup>2</sup> (TNC, 2005).

El Chaco argentino abarca aproximadamente 675.000 km<sup>2</sup>, equivalentes al 59% de la superficie total del Chaco americano; el Chaco paraguayo cubre cerca de 257.000 km<sup>2</sup> (23% de la superficie total de la ecorregión); en Bolivia, el ecosistema chaqueño se extiende sobre 153.500 km<sup>2</sup> (13 % de la superficie total); mientras que en Brasil ocupa una porción pequeña, 56.000 km<sup>2</sup> (5% del chaco Americano).

En términos político administrativos, el Chaco americano cubre cuatro países, 20 gobiernos regionales (denominadas gobernaciones provinciales en Argentina, departamentos en Bolivia y Paraguay, y estados en Brasil) y 342 gobiernos subregionales (denominados departamentos en Argentina, municipios en Brasil y Bolivia, y distritos en Paraguay). ([www.sudamericarural.org](http://www.sudamericarural.org)).

### **2.2. Datos, procesamiento de imágenes**

Las imágenes utilizadas se obtuvieron de forma gratuita de la página Web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS: <http://glovis.usgs.gov/>). Estas imágenes corresponden a la serie del satélite Landsat de la NASA, la Figura 1 muestra los Path y Rows que corresponden a las escenas que cubren el Gran Chaco. La interpretación de las áreas de cambios de uso de la tierra (Chuvieco, 1996) es lograda por medio de un análisis multitemporal mensual, donde son analizadas dos imágenes, una base y una actual correspondiente al mes de estudio. Se utilizaron como base las imágenes provistas por el satélite Landsat 5 TM sin nubes de los años 2009 y 2010 y se comparó con la imagen Landsat 5 TM y disponible hasta noviembre de 2011 cuando el satélite dejó de funcionar. A partir de diciembre del 2011 se utilizaron las imágenes provistas por el satélite Landsat 7 ETM+ que tienen el error Scan Line Corrector Off.

Las imágenes se analizaron con el software ARG GIS que provee herramientas para el apoyo visual y atendiendo a las bandas y características provistas por la imagen. La interpretación visual se basa principalmente en la experiencia y la capacidad del intérprete para obviar el error de bandeo y esto es logrado porque las deforestaciones son poligonales o siguen patrones establecidos. Para evitar duplicamiento de datos, existe una base de polígonos que fueron registrados en meses anteriores, que permanecen ilustrados en el momento del mapeo. Una vez se delimita la superficie boscosa convertida, se almacenan los

polígonos de cambio encontrados en formato vectorial, generando una base de datos georeferenciada.

Las regiones con presencia de nubes, que no pueden ser analizadas en un periodo de estudio por la falta de visibilidad son estudiadas en los periodos posteriores. Las áreas no detectadas producto del bandeado de las Imágenes Landsat 7 ETM+ son mapeadas en los periodos siguientes.

Con los resultados obtenidos se determinan las superficies deforestadas por país, provincias, departamentos y municipios.

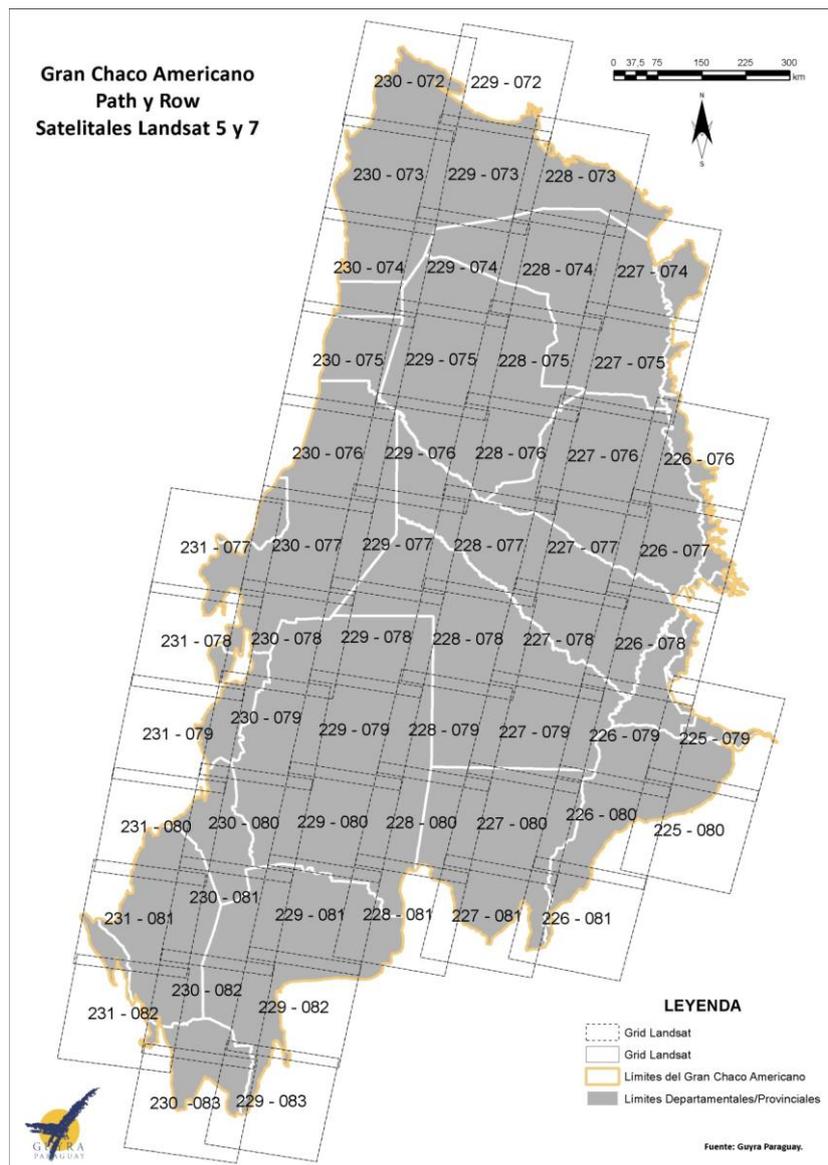


Figura 1. Path y Rows de Landsat 5 y 7

### 3. Resultados e Discusión

Un total de 555.459 hectáreas (ha) sufrieron cambio de uso del suelo de octubre del 2011 a octubre del 2012 (Figura 2). Paraguay fue el país que con mayor superficie deforestada 309.181 ha, que representa el 56%, seguido por Argentina con 212.017 ha (38%), Bolivia con 34.260 ha alcanzando apenas el 6% y no se registraron deforestaciones en Brasil.

Aunque Argentina abarca una mayor superficie del Gran Chaco, los cambios de uso del suelo para este país empezaron hace décadas, Morello, 2006 detalla todas las etapas de cambio.

En su publicación del 2009 Huang et. al. menciona que los cambios en Paraguay empezaron muy probablemente impulsado por la comunidad Menonita que domina la región del Chaco Central. Con los primeros colonos que llegaron a principios de los años siglo 20, la colonia menonita llevó a cabo el desarrollo de investigación agrícola y extensión, que cubría los aspectos de producción, cultivo, pastizales y ganado. El énfasis en los cultivos comerciales, la ampliación de la red de transporte por la autopista Trans-Chaco, y las necesidades de exportación de bienes dirigidos a intensificación de la agricultura se hicieron posible gracias una fuerte inversión en maquinaria, fertilizantes y productos químicos (Weisskoff, 1992). En las dos últimas décadas y recientemente en la del 2000, es el departamento Alto Paraguay (Noreste) se intensifica los cambios en el uso de los suelos, poblado principalmente por los nuevos inmigrantes inversionistas que llegan desde el Brasil con el objetivo de aumentar la producción cárnica y esto se observa perfectamente en el mapa elaborado.

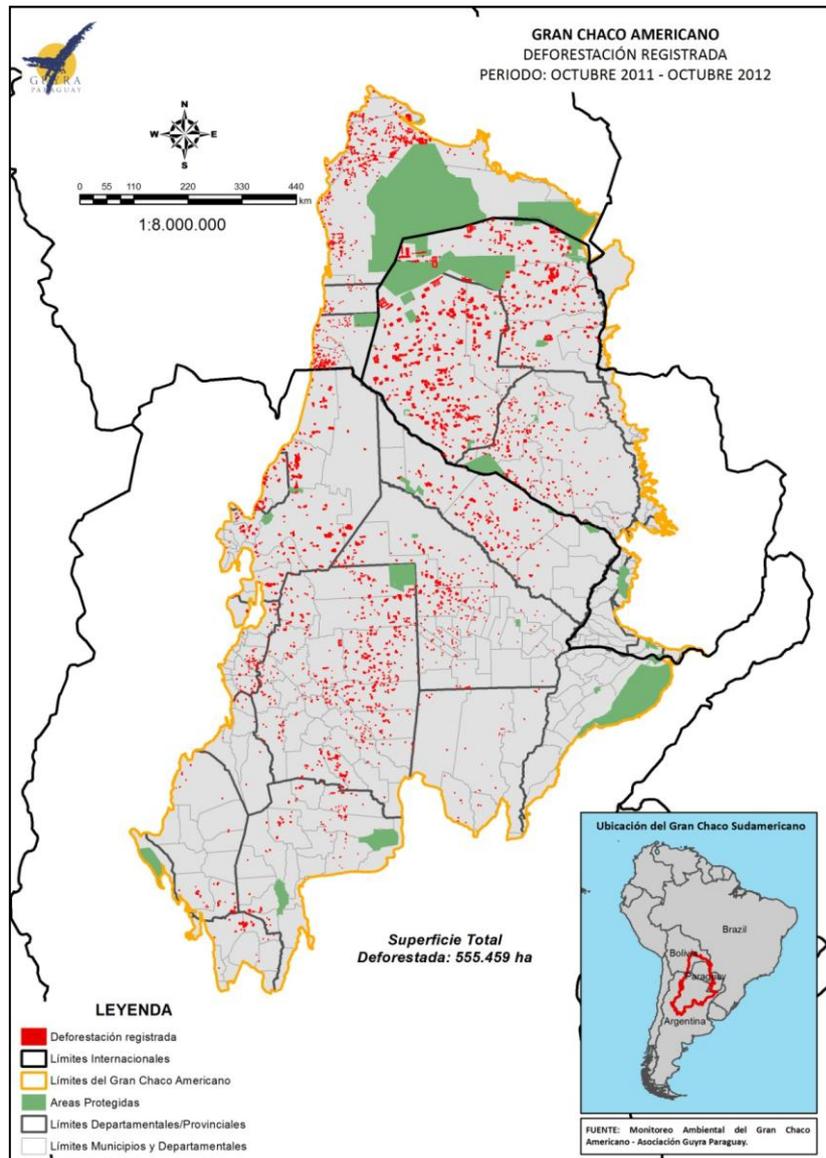


Figura 2. Cambio de uso de suelo en el Gran Chaco Americano

Se observa en la Figura 3 la evolución del cambio por mes, en el mes de enero del 2012 se redujo considerablemente, este periodo será analizado en el año próximo, pero para los meses de marzo y abril del 2012, se registraron precipitaciones que impidieron los desmontes, ver Informe del mes de Abril del Monitoreo de Cambio de Uso de la Tierra (<http://www.guyra.org.py>), las tasas más altas se detectaron en los últimos meses, llegando en setiembre del 2012 a 66.020 ha deforestadas.

Se realizó un análisis comparativo de la superficie del Municipio o Departamento y la superficie deforestada, ver Tabla 1. El Municipio de Filadelfia de Paraguay deforestó el 2,29% de su superficie. En Argentina, la Provincia de San Luis deforestó 2,17% de su superficie en un solo Departamento.

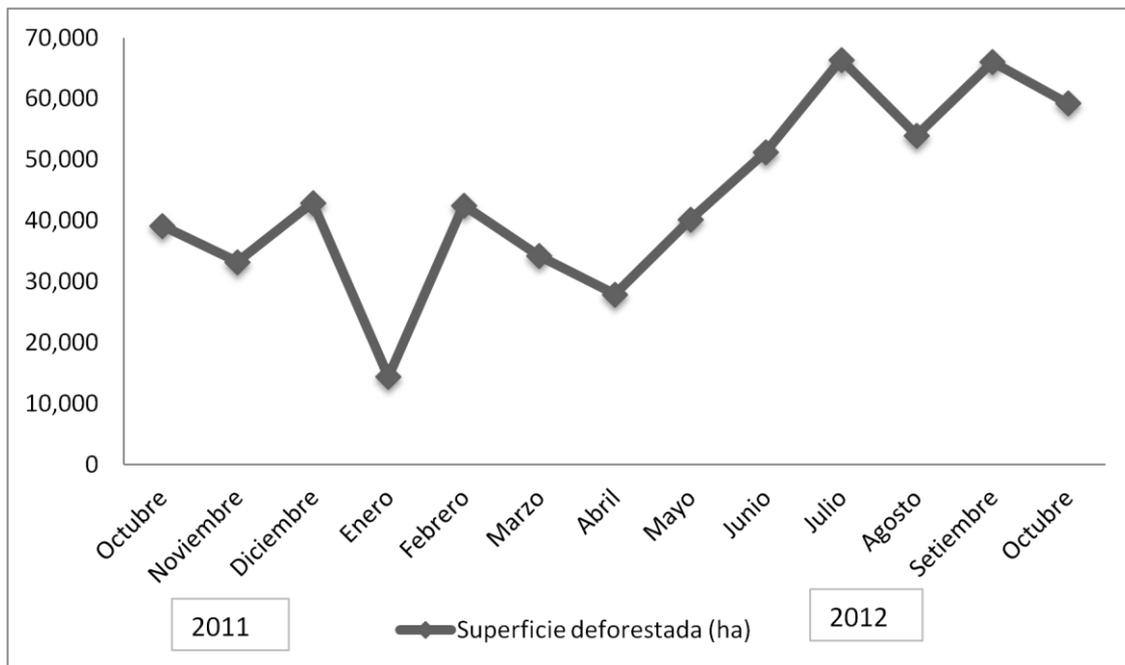


Figura 3. Comportamiento mensual del cambio de uso del suelo en el Gran Chaco Americano.

Tabla1. Porcentaje de deforestación con respecto a la superficie de Municipio o Departamento y País que corresponde.

País	Provincias (Ar) Departamentos (Py - Bo)	Municipios (Py) Departamentos (Ar)	Superficie (ha) del Municipios (Py) Departamentos (Ar)	Superficie deforestada (ha)	% Deforestado
Paraguay	Boquerón	Filadelfia	1.434.518,2	32.792,0	2,29
		Mcal. Estigarribia	7.311.734,4	160.409,9	2,19
	Alto Paraguay	Fuerte Olimpo	1.966.892,1	42.900,3	2,18
		La Victoria	1.726.773,9	18.115,1	1,05
Argentina	San Luis	Junin	222.718,2	4.833,3	2,17
	Santiago del Estero	Quebrachos	374.730,9	7.381,3	1,97
		Sarmiento	165.319,4	2.200,8	1,33
	Salta	Oran	1.203.124,7	16.327,5	1,36
	Santiago del Estero	Moreno	1.676.100,3	18.361,4	1,10
	Jujuy	San Pedro	204.329,5	2.137,0	1,05
Bolivia	Santa Cruz	Pailón	1.381.432,1	17.078,8	1,24

#### 4. Conclusión

El presente trabajo ha demostrado ser una herramienta de gran utilidad para el seguimiento de los procesos de deforestación en el Gran Chaco Americano y para la divulgación del estado del manejo de los bosques chaqueños.

Los resultados brindan información sobre el proceso de deforestación y las tendencias en doce meses que afectan a esta división ecológica; también se determinó las regiones más afectadas por los cambios de uso de la tierra y el comportamiento temporal de dichos eventos. El Paraguay fue el país con el ritmo de deforestación más elevado con más de la mitad de las deforestaciones registradas. Respecto a las regiones administrativas, sobresalen los departamentos de Alto Paraguay y Boquerón en Paraguay, y San Luis, Santiago del Estero y Salta en Argentina; y en Bolivia se destaca el Departamento de Santa Cruz, en el Municipio de Pailón.

Se recomienda que los estudios de monitoreo continúen periódicamente ya que las tendencias y pronósticos aún vaticinan la continuidad del cambio de uso del suelo por la demanda de alimentos, entonces los datos serán cada vez más significativos y constituirán la base para investigaciones que midan el impacto que este cambio produce sobre la biodiversidad.

#### Agradecimientos

Esta investigación se realizó gracias a los fondos proveídos por la Fundación AVINA y el agradecimiento especial a la Asociación Guyra Paraguay por el apoyo incansable.

## Referencias Bibliográficas

- Baxendale, C. A y Buzai G. D. Caracterización Socioespacial del Chaco Argentino. In Morello J. H. y. Rodríguez A. F. **El Chaco sin bosques: La Pampa o el Desierto del Futuro**. 1a ed. - Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora, 2009.
- Chuvieco, E. **Fundamentos de Teledetección Espacial**. Ediciones RIALP, S.A. Madrid. Tercera Edición, 1996.
- División político administrativos del Chaco americano, ver la información desglosada en el anexo electrónico 1 [www.sudamericarural.org](http://www.sudamericarural.org)
- FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Situación de los bosques del mundo**. Roma, 2009. IT: 158 p.
- Huang, C. et. al. (2009). **Assessment of Paraguay's forest cover change using Landsat observations**. Global and Planetary Change 67 (2009) 1–12
- Imágenes Lansat 5TM y Lansat 7 ETM+ disponibles en USGS: <http://glovis.usgs.gov/>
- Informe de Monitoreo de Cambio de Uso de Suelo en el Gran Chaco Americano, Incendios e Inundaciones disponible en <http://www.guyra.org.py>
- Iriondo, M.H. (1993). **Geomorphology and late Quaternary of the Chaco** (South America). Geomorphology 7: 289-303.
- Mereles, F. (2005). **Una aproximación al conocimiento de las formaciones vegetales del Chaco boreal, Paraguay**. Rojasiara 6(2): 5-48.
- Morello, J. et. al. Etapas de Uso de los Recursos y Desmantelamiento de la Biota del Chaco. In Brown, A., et. al. (Eds.). **La Situación Ambiental Argentina 2005**, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 2006.
- Morello, J. et. al. Clasificación de Ambientes en Áreas Protegidas de las Ecorregiones del Chaco Húmedo y Chaco Seco. In Morello J. H. y. Rodríguez A. F. **El Chaco sin bosques: La Pampa o el Desierto del Futuro**. 1a ed. - Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora, 2009.
- Noss, A. (1999). Manejo de fauna comunitario en el Gran Chaco, Bolivia. In O. L. Montenegro and R. E. Bodmer (eds.). **Manejo y conservación de fauna silvestre en América Latina**. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia, pp. 109–116.
- Rodas, O. y Meresles, M.F. El Proceso de Fragmentación y Reducción de Hábitat en el Chaco Paraguayo y sus efectos sobre la Biodiversidad. In Morello J. H. y. Rodríguez A. F. **El Chaco sin bosques: La Pampa o el Desierto del Futuro**. 1a ed. - Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora, 2009.
- The Nature Conservancy (TNC). Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA), Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco (desde el Chaco) y Wildlife Conservation Society Bolivia (WCS). 2005. **Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano/ Gran Chaco Americano Ecological Assessment**. (1ª ed.). Buenos Aires. Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Torrella, S. y Adámoli, J.. (2006). **Situación ambiental de la ecorregión del chaco seco**. In: Brown, A., et. al (eds.), La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires,. pp 75-82.
- Weisskoff, R., 1992. **The Paraguayan agro-export model of development**. World Development 20, 1531–1540