



7<sup>mo</sup>  
Congreso de  
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM  
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

---

## SITUACIÓN DE LAS FRANJAS DE PROTECCIÓN DE CURSOS HÍDRICOS Y DE LA COBERTURA BOSCOSA DEL DISTRITO DE NARANJAL, ENTRE LOS AÑOS DE 1985 A 2009, MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA

**Situation of buffer strips of water resources and forest cover Naranjal district,  
between the years 1985 to 2009 by remote sensing**

Helena Helfenstein<sup>a\*</sup>, Carlos Ricardo Cardozo Carrera<sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional del Este (UNE), Km 17,5 Ruta  
Internacional Nro. VII, Minga Guazú, Alto Paraná, Paraguay. [helenahelfenstein@hotmail.com](mailto:helenahelfenstein@hotmail.com),  
[ricardocardozo@fiaune.edu.py](mailto:ricardocardozo@fiaune.edu.py)

\* Autor para correspondencia: +595 983 313131, [helenahelfenstein@hotmail.com](mailto:helenahelfenstein@hotmail.com)

---

*Palabras Claves: cobertura boscosa, franja de protección, cursos hídricos*

*Keywords: forest cover, buffer zone, water resources*

*Título abreviado: Estudio de cobertura boscosa*

**ABSTRACT**

The study was conducted in the district of Naranjal, department of Alto Paraná, Paraguay, located about 120 kilometers from Ciudad del Este. In order to analyze the variation in forest cover and stretches of water resources protection through multitemporal analysis of satellite images, from 1985 to 2009. This was accomplished 4 (four) images covering the study area for the Landsat 5 satellite, sensor TM (Thematic Mapper). It was found a representative variation of identifying forest cover of 16,964.95 hectares reduced, but the coverage in percent for 1985 from 45.53% to 23.02% for 2009, with an average decrease of 706 hectares per year, over the 24 years covered by the study, identifying the time period for the years 1985 to 1995, the highest deforestation. Concerning the verification of the presence of buffer strips of water resources, it was verified that there is a large proportion of surface water you cause that does not have the appropriate buffer strips, totaling 8338.37 ha, corresponding to 55.69%. Finally, in comparing the surface of the strips to protect water resources, with the parameters stipulated in the legislation, applied to the data of 2009, there was only a 44.31%, corresponding to 6634.909 has complies with the provision concerning the implementation of buffer strips with a distance of 100 meters to both sides.

**RESUMEN**

El estudio se realizó en el distrito de Naranjal, departamento de Alto Paraná, Paraguay, ubicado a unos 120 kilómetros de Ciudad del Este. Con el objetivo de analizar la variación de la cobertura boscosa y las franjas de protección de cursos hídricos, mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales, entre los años 1985 a 2009. Para ello se utilizaron 4 (cuatro) imágenes, que recubren el área de estudio, correspondientes al Satélite LANDSAT 5, sensor TM (Thematic Mapper). Se constató una representativa variación de la cobertura de bosques identificando una reducción de 16.964,95 hectáreas, siendo la cobertura en porcentaje para 1985 de 45,53% a un 23,02 % para el 2009, con un promedio de disminución de 706 hectáreas anuales, a lo largo del los 24 años que abarcó el estudio, identificando el lapso de tiempo correspondiente a los años 1985 a 1995, el de mayor deforestación. Referente a la verificación de la presencia de franjas de protección de cursos hídricos, se verificó que existe gran

proporción de superficie de causas hídricas, que no cuenta con las franjas de protección adecuadas, totalizando 8338,37 has, correspondiendo al 55,69%. Finalmente en la comparación de la superficie de las franjas de protección de cursos hídricos, con los parámetros estipulados en la legislación vigente, aplicado a los datos del año 2009, se verificó que solo en un 44,31 %, correspondiendo a 6634,909 has, cumple con la disposición referentes a la implementación de franjas de protección con una distancia de 100 metros para ambas márgenes.

## **INTRODUCCIÓN**

Los recursos naturales y en especial el suelo, indispensables para la supervivencia humana, son objeto de una acelerada destrucción y agotamiento, son materiales de múltiples usos y al mismo tiempo, la demanda de dichos recursos experimenta un crecimiento acelerado. Los domicilios, la industria, la agricultura y la ganadería son algunas de las formas en que un territorio puede ser usado, y que requieren regulación para su aprovechamiento racional, estableciendo reservas para uso y necesidades futuras. Este hecho constituye sin dudas una tarea urgente en todos los municipios en la actualidad, sabiendo que toda actividad humana de alguna forma trastorna los ecosistemas naturales.

En Paraguay el proceso de desarrollo está marcado por un cambio dinámico en el uso de la tierra. La eliminación de los bosques como medio para la incorporación de nuevas tierras a la agricultura y a la ganadería, es y ha sido un fenómeno permanente y característico del país en los últimos treinta años, más aun en la región oriental que ha sido objeto de un acelerado proceso de colonización a partir de los años sesenta.

MAG (2001) indica que el proceso de deforestación ocurrido en la Región Oriental del Paraguay muestra que en 40 años, comprendidos entre 1945 y 1985, ha llegado a eliminar 4 916 452 hectáreas, lo cual representa un promedio aproximado de 123 mil hectáreas cada año. En dicho periodo resalta el intervalo de 8 años, entre 1968 y 1976, en que la tasa de deforestación fue aproximadamente 212 mil hectáreas cada año.

Los bosques tienen un vínculo con la vida del hombre además cumplen un papel especial en la conservación de la diversidad biológica. En ellas se encuentran el 70% de las especies animales y plantas del mundo, contienen a menudo más de 200 especies por hectáreas (Roper & Roberts, 1999).

TELEDET (2009) dice que una imagen digital consiste de elementos discretos denominados píxeles. Estos elementos bidimensionales constituyen los menores elementos no divisibles de la imagen. El área terrestre representada por un pixel está determinada por la altura del sensor y los parámetros de diseño de este, al reducirse dicha área más detalles de la imagen serán aparentes, es decir que aumentan la resolución espacial.

Las radiaciones electromagnéticas, fundamentalmente emitidas por el sol y reflejadas por los objetos terrestres, o incluso emitidas por dichos objetos (ej. el infrarrojo térmico), todas más o menos afectadas por efectos atmosféricos, se combinan generando “señales” de las cuales es posible extraer información acerca de dichos objetos y de las coberturas terrestres.

En el presente trabajo se analizó la variación de cobertura boscosa y franjas de protección a cursos hídricos en el Distrito de Naranjal, mediante percepción remota. Y constituye una herramienta importante en futuras políticas y programas de uso de la tierra que beneficie a la población.

## **METODOLOGÍA**

### **Descripción del área de estudio**

*Localización:* El estudio se realizó en el distrito de Naranjal, ubicado en el Departamento de Alto Paraná, a unos 120 kilómetros de Ciudad del Este, al sur sobre la ruta sexta. Su superficie es de 75342.709 Hectáreas. Posee una población de 13900 habitantes, compuesta por paraguayos y colonizadores descendientes brasileros, alemanes y polacos. Limita al Norte con los distritos de Santa Rita y San Cristóbal, al Este con los distritos de Iruña y Santa Rosa, al Sur con el Departamento de Itapúa y al Oeste con el Distrito de San Cristóbal y el Departamento de Caazapá. Además de su centro urbano, está compuesto por 17 localidades: Línea Ñacunday, San Clemente, Aurora, 3 de Mayo, Línea Franca, 1° de Mayo, San Pedro, Palmital, 10 de Mayo, Primavera, Villa Mónaco, San Alfredo, Colonia Raúl Peña, Nueva Jerusalén, Jerusalén 3, Agropeco, y la Comunidad Indígena Puerto Barra (Municipalidad de Naranjal, datos obtenidos por medio de entrevista a funcionario encargado ).

*Clima:* Subtropical con temperatura media de 21.5° C y una precipitación media anual de 1700 mm.

*Hidrografía:* El área se encuentra drenada por ríos de régimen permanente, como el río Ñaro, el Río Ñacunday y el arroyo Chararai que desembocan en el Río Paraná.

*Suelos:* El suelo predominante del lugar es el arcilloso, de origen basáltico, perteneciente a la era Mesozoica del periodo Cretácico. Estos se clasifican taxonómicamente en el Orden de los Ultisoles, Suborden Rhodic Candiudox de textura muy fina (López et al, 1995).

### **Materiales y métodos**

Se utilizaron 4 (cuatro) imágenes satelitales que recubren el área de interés (Distrito de Naranjal), las LANDSAT 5 sensor TM (Thematic Mapper) que poseen siempre condiciones de observación semejantes tales como: altura del vuelo, ángulo solar, calibración de sensores, hora de pasada y época de año. Las mismas cumplen el requisito de 0% de nubes sobre el área de estudio. La estación del año para las imágenes es el invierno (por la mayor facilidad de distinción de tipos de coberturas de suelo). Las características de cada una de ellas se pueden observar la Tabla 1.

**Tabla 1.** Especificación de imágenes utilizadas.

**Table 1.** Specifications of images used.

<b>Satélite-sensor</b>	<b>Punto y órbita</b>	<b>Fecha</b>	<b>Resolución Espacial</b>
LANDSAT 5 –TM	224/078	19-06-1985	30 m
LANDSAT 5 – TM	224/078	30-05-1995	30 m
LANDSAT 5 – TM	224/078	12-07-2005	30 m
LANDSAT 5 – TM	224/078	09-05-2009	30 m

Fuente de imágenes: INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales, Brasil

Los datos de campos fueron tomados en el área correspondiente a la identificación in situ de uso del suelo cartografiados según las Imágenes Satelitales. Estas áreas fueron georeferenciadas con ayuda de: GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y cámara fotográfica y sirvieron para verificar los datos de las Imágenes de fecha 09-05-2009.

El procesamiento de las imágenes digitales consiste en la interpretación numérica de dichas imágenes e incluye:

*Pre-procesamiento:* Procesamiento inicial de los datos en bruto para corregir las distorsiones geométricas de la imagen, que consistió por un lado en la reducción de la información obtenida seleccionando las bandas más adecuadas, etiquetar las mismas y geoposicionar; recortando (clip o subset) el área de estudio, y la aplicación de las correcciones geométricas correspondientes. En todo el proceso se utilizó el programa ArcView 3.2.

*Realces:* Son procedimientos que tienden a mejorar la interpretabilidad visual de una imagen, aunque no aumentan la cantidad de información contenida en ella.

*Combinaciones de colores:* Las imágenes satelitales suelen ser multiespectrales, es decir que son registradas simultáneamente en varias regiones del espectro electromagnético. Estas imágenes pueden ser estudiadas individualmente en escalas de grises o en imágenes coloreadas obtenidas a partir de las primeras. Estas últimas se generan según el modelo de color RGB (del inglés Red, Green, Blue). Este hace referencia a la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios con los que se forma: el rojo, el verde y el azul.

*Clasificación digital:* Con la clasificación se llegó a la etapa de operaciones, extracción de información, reemplazando el análisis visual de la imagen mediante la aplicación de técnicas cuantitativas para automatizar la identificación de los objetos contenidos en una escena. Esto implicó el análisis de datos de escenas multiespectrales aplicando distintas técnicas, entre ellas reglas de decisión basadas en conceptos estadísticos para establecer la identidad de cada pixel en una imagen.

Parte del conocimiento de la zona de estudio, adquirido por experiencia previa o por trabajos de campo; permitió delimitar sobre la imagen unas áreas representativas de cada categoría que compone la leyenda, debido a la familiaridad con el área de interés.

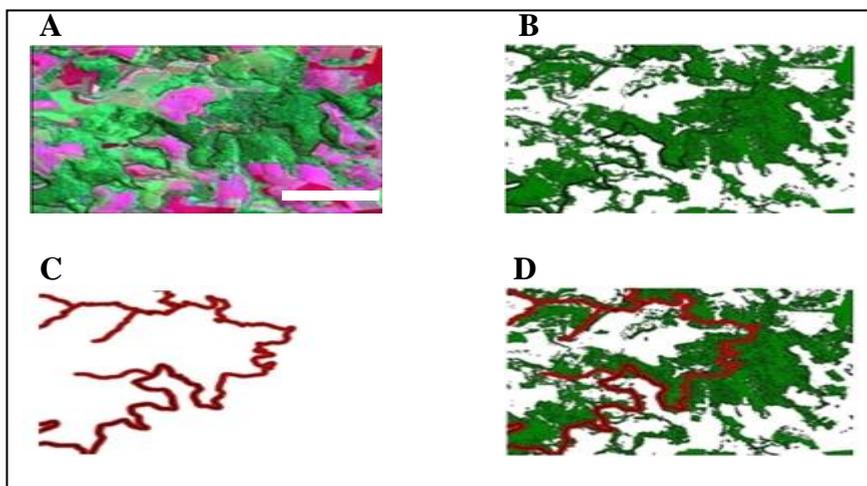
Dentro del método denominado clasificación supervisada existen dos fases: fase de entrenamiento y fase de asignación.

*-Fase de entrenamiento:* seleccionar una muestra de pixeles de la imagen que representen adecuadamente a las categorías de interés, a partir de estos pixeles pueden calcularse los ND (nivel digital) medios y la variabilidad numérica de cada categoría en todas las bandas que intervienen en la clasificación.

*-Fase de asignación:* es la asignación de los ND (nivel digital) de cada pixel para cada una de las bandas que intervengan en el proceso. Se obtiene como resultado una imagen cuyos ND expresen la categoría temática a la que se ha adscrito cada uno de los pixeles de la imagen original.

*Determinación de las franjas protectoras de cursos hídricos:* En la Figura siguiente se observa los pasos realizados para la determinación de las franjas de protección de cursos hídricos.

- A- Recorte o clip de la imagen
- B- Categorización de la imagen, determinando la superficie de cobertura boscosa
- C- Buffer en torno a los cursos hídricos de 100 metros ambas márgenes. Según la Ley N° 3239/07
- D- Sobreposición de la categoría de bosques y el buffer de cursos hídricos, para la visualización de presencia de las franjas.

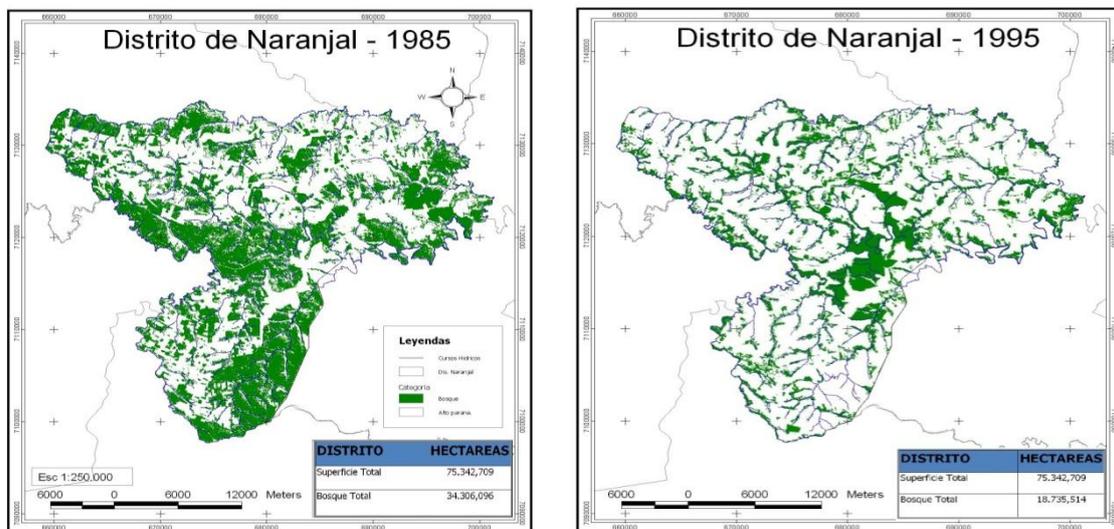


*Mapas temáticos:* Las informaciones obtenidas previamente en el procesamiento de los datos de las imágenes satelitales, se utilizaron como base para la elaboración de los mapas temáticos de cobertura boscosa y franjas de protección a cursos hídricos en las distintas fechas consideradas; y la elaboración de tablas comparativas de resultados en hectáreas y porcentaje.

## RESULTADOS

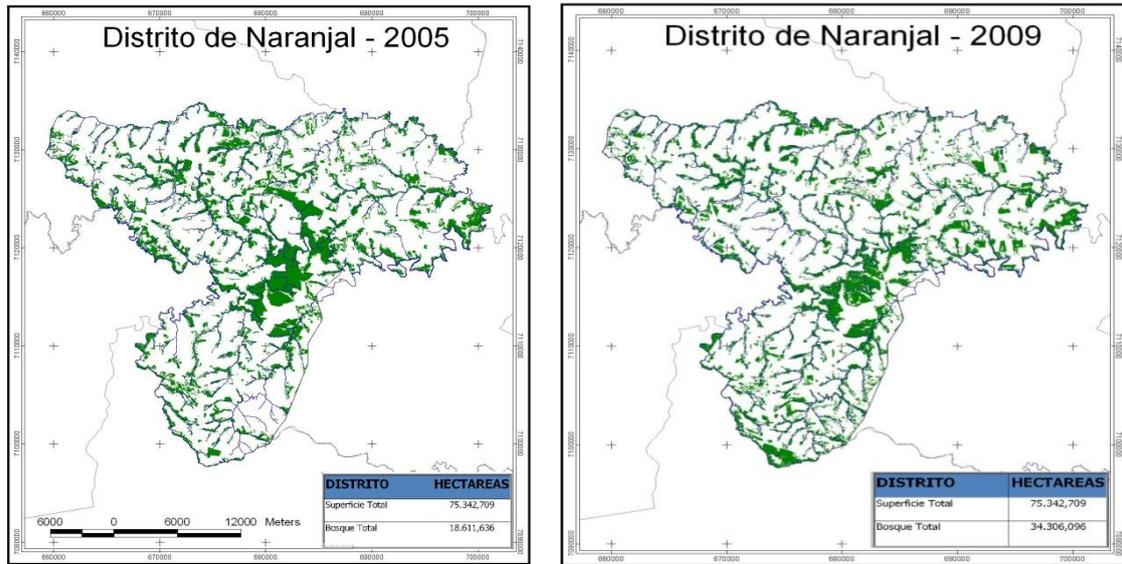
### Variación de la superficie boscosa en el Distrito de Naranjal, entre los años 1985 a 2009

En la siguiente figura, se observa la variación de la cobertura boscosa entre los años 1985, 1995, 2005, 2009: en color verde se representa la zona cubierta boscosa, se puede identificar una amplia disminución principalmente entre los años 1985 y 1995, un periodo de 10 años que coincide con la época de mayor emancipación de la frontera agrícola en el distrito, a la par de un mayor crecimiento demográfico.



**Figura 1.** Variación de la cobertura boscosa en el distrito de Naranjal entre los años 1985 y 1995.

**Figura 1.** Forest cover change in the Naranjal District between years 1985 and 1995.



**Figura 2.** Variación de la cobertura boscosa en el distrito de Naranjal entre los años 2005 y 2009.

**Figure 2.** Forest cover change in the Naranjal Distric in the period 2005 and 2009.

La Tabla 2 presenta detalles de esta disminución, una variación total del año 1985 al año 2009 de 16964.95 hectáreas menos de bosques, esto es, de 45.53% de cobertura sobre la superficie total del distrito a un 23.02 %. Con un promedio de disminución de 706 ha/año a lo largo de los 24 años que abarca el estudio.

**Tabla 2.** Variación de la Cobertura boscosa del distrito de Naranjal entre los años 1985 a 2009. Sobre una superficie total de distrito de 75342.709 ha

**Figure 2.** Forest cover change in the Naranjal District in the period 1985 - 2009. District total area: 75342.709 ha

Año de referencia	Superficie boscosa en Hectáreas (ha.)	Porcentaje con relación a la superficie del distrito (%)
1985	34306,096	45,53
1995	18735,514	24,87
2005	18611,636	24,70
2009	17341,146	23,02

### **Situación de las franjas de protección de cursos hídricos dentro de los límites del Distrito de Naranjal, entre los años 1985 a 2009**

Se constató que prácticamente no ha habido variación significativa en la situación de las franjas de protección en cuanto a la superficie que éstas ocupan, llama la atención que en el año 1995 esta superficie es mayor en comparación a los años posteriores, el aumento para el año 2009 con relación a su inmediato anterior es solo de 4.72 hectáreas. Esto a la vez puede deberse en que las superficies reforestadas aun no son muy significativas o que aun estén en niveles de pequeño tamaño de los plantines.

**Tabla 3.** Superficies de las franjas de protección a los cauces hídricos, entre los años 1985 a 2009.

**Table 3.** Surface of protection fringes along water streams in the period 1985- 2009.

Año de referencia	Superficie con franjas en torno a los cauces hídricos (Has.)	Superficie sin franjas en torno a los cauces hídricos (Has.)	Superficie ideal (Has.)
1985	6496,84	8475,484	14972,092
1995	7008,36	7963,252	14971,612
2005	6630,27	8340,764	14971,034
2009	6634,99	8338,37	14973,36

### **Comparación de la superficie de las franjas de protección de cursos hídricos con los parámetros estipulados en la legislación vigente**

La Ley N° 3239/07 de los Recursos Hídricos del Paraguay (Artículo 23, Inciso B) y el Decreto N° 1937/09, establecen una franja de 100 metros a cada lado de los cauces hídricos por su importancia. Teniendo en cuenta estos mandatos y teniendo en cuenta que la Ley no es retroactiva, se procedió al análisis de los datos obtenidos en el año 2009.

Se presenta la superficie total que debería estar cubierta, conforme a los buffer de distancia que se han establecido en torno a los archivos de cauces hídricos y la superficie que realmente cuenta con las franjas indicadas. Dicho análisis es presentado en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Situación de las franjas de protección a cauces hídricos en el año 2009

**Table 4.** Status of water streams protection fringes in year 2009.

	Hectáreas Ha	Porcentaje %
Franjas de protección	6634,909	44,31
Sin Franjas de protección	8338,37	55,69
<b>Total según legislación</b>	<b>14973,279</b>	<b>100</b>

## DISCUSIÓN

En líneas generales, la situación de las franjas de protección con respecto a la superficie ideal, (que viene a ser la protección total de los cauces hídricos) si existen muchas falencias. En todos los periodos se observa que las franjas de protección existentes son menores a las áreas que también deberían estar protegidas (cauces sin franjas de protección).

La Ley N° 3239/07 de los Recursos Hídricos del Paraguay (Artículo 23, Inciso B) y el Decreto N° 1937/09, establece una franja de 100 metros cada lado a los cauces hídricos por su importancia. Teniendo en cuenta estos mandatos y que la Ley no es retroactiva, se procedió al análisis de los datos obtenidos en el año 2009.

Según lo establecido en la ley, unas 14973.279 hectáreas deberían estar utilizadas como franjas protectoras, sin embargo tal como se observa, solo un 44.31% de esta cantidad es destinada a estos usos de la tierra, estableciendo una mayor necesidad de control a la aplicación de la ley, sea por parte de los organismos competentes como por los propios habitantes del lugar.

## CONCLUSIÓN

Procesados y analizados todos los datos se puede concluir lo siguiente:

- Sobre la variación de superficie boscosa en el Distrito de Naranjal, del año 1985 al año 2009 ha habido una notoria disminución de la cobertura de unas 16.964,95 hectáreas menos, o sea, de un 45,53% de cobertura sobre la superficie total del distrito a un 23,02 %, con un promedio de disminución de 706 hectáreas anuales a lo largo de los 24 años que abarcó el estudio, siendo el periodo de 1985 a 1995 el de mayor deforestación.
- Sobre la verificación de la presencia de franjas de protección a cursos hídricos dentro de los límites del Distrito de Naranjal, entre los años de 1985 a 2009, se constató que existe gran proporción de superficie de cauces hídricos que no cuenta con las franjas de protección adecuadas (8338.37 has. el año 2009).

Sobre la comparación de la superficie de las franjas de protección de cursos hídricos con los parámetros estipulados en la legislación vigente, aplicado a los datos del año 2009,

teniendo en cuenta la no retroactividad de la ley, se verificó que solo en un 44.31 % de superficie con franjas de protección se cumple con la disposición de los cien metros de protección.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- López Gorostiaga O, Gonzalez E, Molinas O, *et al.* 1995. *Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental*. MAG / SSERNMA – BID. Asunción
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2001. *Protección y uso sostenible- Región Oriental- Paraguay*. Asunción, Paraguay: 78 p
- Pettit H A. 2005. *Legislación de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente del Paraguay. Principales Disposiciones Ordenadas Cronológicamente*. Intercontinental Editora, Asunción, Paraguay: 1088 p
- Roper J & Roberts R. 1999. *Bosques Tropicales en Disminución*. Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional Hull Quebec, Canadá: 50 p
- TELEDET. 2009. Sensores Landsat y Spot. Estructura de las *imágenes* digitales · Procesamiento de las imágenes. Consultado el 10 de setiembre de 2009. Disponible en [www.teledet.com](http://www.teledet.com).