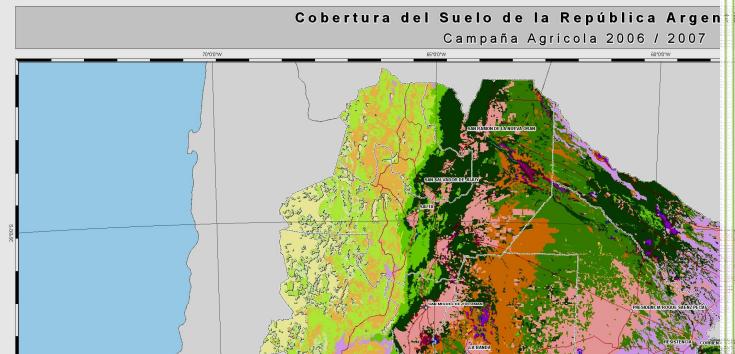
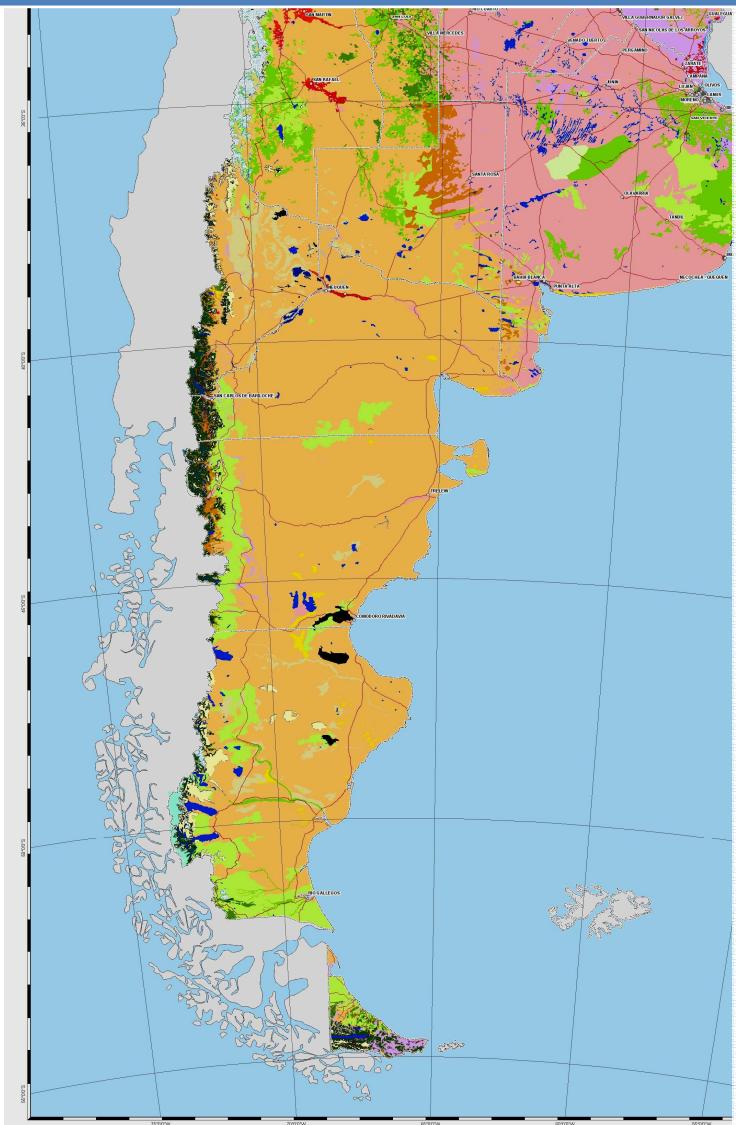


2006 - 2009



Informe Técnico Unificado PNECO 1643



**Monitoreo de la Cobertura y el Uso del
Suelo a partir de sensores remotos**

PROGRAMA NACIONAL DE ECORREGIONES

02/10/2009





PROGRAMA NACIONAL DE ECORREGIONES

Proyecto Específico (PNECO1643):

MONITOREO DE LA COBERTURA Y EL USO DEL

SUELO A PARTIR DE SENsoRES REMOTOS

Resultados 2006-2009

Coordinador de Programa Nacional Ecorregiones:

Liger, Daniel (INTA Corrientes)

Coordinador de Proyecto Específico:

Volante, José N. (INTA Salta)

Referentes Técnicos de Ecorregión:

Collado, Alfredo D. (INTA San Luis, Ecorregión Cuyo)
Ferreira, Eduardo B. (INTA Saenz Peña, Ecorregión Chaqueña)
López, Carlos (INTA Bariloche, Ecorregión Patagonia)
Navarro Rau, María F. (INTA Corrientes, Ecorregión Mesopotamia)
Pezzola, Alejandro (INTA H. Ascasubi, Ecorregión Pampeana - Sur)
Puentes, María Inés (INTA,CIRN Castelar, Ecorregión Pampeana - Norte)
Volante, José N. (INTA Salta, Ecorregión Norandina)

Participantes:

Alday, Silvina (INTA San Juan)
Allogia, Mario (INTA Ushuaia)
Ayesa, Javier (INTA Bariloche)
Barraza, Gabriela (INTA Santiago del Estero)
Behr, Santiago (INTA Chubut)
Bran, Donald (INTA Bariloche)
Bubenik, Roberto (INTA Saenz Peña)
Elena, Hernán (INTA Salta)
Elissalde, Néstor (INTA Chubut)
Galván, Mario J. (EEA San Luis)
Gonzalez, Liliana (Consejo Agrario, Pcia. de Santa Cruz)
Lagorio, Paula (INTA Bariloche)
Livragli, Enrique (INTA Río Grande)
Lizárraga, Leonidas (Administración Parques Nacionales, Salta)
López, Juana (INTA Santiago del Estero)
Llanos, Erica, (INTA Chubut)
Maciel, Carmen (INTA, CIRN Castelar)
Morales, Cecilia (INTA Salta)
Oliva, Gabriel (INTA Santa Cruz)
Olmedo, Guillermo F. (INTA Mendoza)
Paredes, Paula (INTA Santa Cruz)
Rial, Pablo (Ministerio de la Producción, Pcia. de Santa Cruz)
Rigo, Santiago (INTA, CIRN Castelar)
Roberto, Zinda E. (INTA Anguil, La Pampa)
San Martín, Andrea (INTA Chubut)
Silva, Sonia (INTA San Juan)
Tenti Vuguen, Leonardo (INTA, CIRN Castelar)
Umaña, Fernando (INTA Bariloche)
Vallone, Rosana C. (INTA Mendoza)

Colaboradores:

Bertolami, Facundo (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Bono, Julieta (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Campi, Héctor Eduardo (INTA Bordenave)

Farrell, Mauricio (INTA Anguil)
Ferreira, Adriana (INTA Pergamino)
Glaría, Juan J. (INTA San Nicolás)
Gramicci Juan Carlos (INTA Villegas)
Landa, Roberto (INTA Villegas)
Liotta, Mario (EEA San Juan)
Manghi, Eduardo (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Marini, Fabián (INTA Bordenave)
Matteo, Humberto (INTA Corrientes)
Montenegro, Celina (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Pappalardo, Juan (INTA Manfredi)
Pausich, Gloria (INTA Paraná)
Parmuchi, María Gabriela (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Picchio, Pablo (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Sapino, Verónica (INTA Rafaela)
Sarasúa, Aníbal (INTA San Juan)
Stamati, Mariana (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Strada, Mabel (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Vidal, Claudia (INTA Reconquista)
Wabo, Enrique (UMSEF – Dirección de Bosques de la Nación)
Yaguez, Julio (INTA Barrow)
Zelaya, Karina (INTA Balcarce)

Octubre de 2009

Resumen Ejecutivo

La planificación y el ordenamiento del territorio para el desarrollo sustentable, requiere de un conocimiento exhaustivo sobre la situación actual del uso del suelo, la ocupación de las tierras y su dinámica. Se denomina “cobertura u ocupación del suelo” al tipo de cubierta biofísica observada en la superficie de la tierra. En cambio, la expresión “uso de suelo” se utiliza para describir al conjunto de actividades que la sociedad realiza sobre determinadas “coberturas”, para producir, cambiar o conservar su estado (Di Gregorio et al. 1998).

A nivel internacional, este conjunto de información es relevada por sistemas basados en el uso intensivo de información proveniente de Sensores Remotos. Estos han demostrado ventajas relativas con relación a procedimientos que utilizan otras fuentes de información. En nuestro país, la información relacionada con la ocupación y uso del suelo y en particular con la producción primaria, se caracteriza por su diversidad de escala temporal y geográfica. Existen una gran cantidad de trabajos relacionados al relevamiento y dinámica del uso y la ocupación de las tierras, (Britos et al. 2008; Cabido et al. 2005; Demaría et al., 2008; Grau et al., 2005; Jobbágy et al, 2008; Montenegro et al., 2004; Paruelo et al., 2006; Volante et al., 2005), pero hasta el presente no existe información cartográfica a escala nacional. La única información consolidada a nivel país es relevada por el INDEC, a través de muestreos (Encuesta Nacional Agropecuaria) y censos (Censo Nacional Agropecuario), realizados cada dos y diez años respectivamente. Esta información se encuentra agregada a nivel de departamentos, partidos y unidades censales de tipo administrativo y no es de tipo cartográfica.

Para resolver esta deficiencia, en el período 2006 – 2009, en el marco del Programa Nacional de Ecorregiones se implementó el Proyecto Específico PNECO1643 con el que se realizó cartografía digital de la totalidad del territorio nacional, de la ocupación o cobertura de las tierras a escala regional (E 1:500.000). Para ello se utilizó el sistema de clasificación LCCS de FAO (Land Cover Classification System) propuesto por Di Gregorio y colaboradores (1998). Como fuente primaria de información se utilizaron imágenes de los satélites Landsat y Terra; datos de campo y antecedentes cartográficos regionales y zonales.

Dos vinculaciones institucionales estratégicas fueron necesarias para alcanzar los objetivos: a) con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) para obtener información satelital y b) con la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF) de la Dirección de Bosques de la Nación para obtener cartografía

digital de Bosques Nativos de Argentina y apoyo técnico para la elaboración de la nomenclatura de áreas naturales.

Los resultados de tres años de trabajo pueden resumirse en la obtención de los siguientes productos:

- a) Nomenclatura de la Cobertura del Suelo de la República Argentina (LCCS FAO), consistente con los principales inventarios cartográficos a nivel mundial.
- b) Primer Carta Digital de la Cobertura del Suelo de la República Argentina. Resolución espacial: escala 1:500.000; resolución temática: nivel jerárquico 5 de leyenda. (Falta verificación y completar la provincia de La Rioja).
- c) Primer inventario Nacional de Coberturas del Suelo (2006-2007); (Falta verificación y completar la provincia de La Rioja).
- d) Publicación de la información obtenida en el sitio Web <http://www.inta.gov.ar/prorenoalinfo/pneco/lccs.htm> y en el sitio Web-GIS (Sistema de Información Geográfico en la Web) "Geointa" <http://geointa.inta.gov.ar/node/11/id%3D22>
- e) Vinculaciones inter-institucionales activas (CONAE, UMSEF-Dirección de Bosques, LART – Facultad de Agronomía UBA)
- f) Recursos humanos capacitados trabajando en red.
- g) Obtención de pautas metodológicas para la clasificación y verificación de coberturas.

COBERTURA DEL SUELO DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Año 2006-2007 (LCCS-FAO)

1. Introducción

La planificación y el ordenamiento del territorio para el desarrollo sustentable, requiere de un conocimiento exhaustivo sobre la situación actual del uso de las tierras, la ocupación del suelo y su dinámica. En particular los inventarios agrícolas son requeridos por numerosos actores económicos, sociales y políticos; para planificar acciones, reducir la incertidumbre y tomar decisiones.

Se denomina “cobertura u ocupación del suelo” al tipo de cubierta biofísica observada en la superficie de la tierra. En cambio, la expresión “uso de suelo” se utiliza para describir al conjunto de actividades que la sociedad realiza en determinadas “coberturas”, para producir, cambiar o conservar su estado (Di Gregorio et al. 1998). Es así como un tipo de cubierta vegetal (Ej.: bosque) puede ser utilizada para diferentes fines (Ej.: aprovechamiento forestal, conservación y recreación, etc.).

A nivel internacional, este conjunto de información es relevada por sistemas basados en el uso intensivo de información proveniente de Sensores Remotos. Estos han demostrado ventajas relativas con relación a procedimientos que utilizan otras fuentes de información. Ilustran esta tendencia los programas desarrollados en la actualidad por los servicios de la NASS (National Agricultural Statistics Service) de los Estados Unidos, y los proyectos CORINE Land Cover (Coordinate Information Environment Land Cover), MARS (Monitoring Agriculture with Remote Sensing), y FMERS (Forest Monitoring in Europe with Remote Sensing) de la Unión Europea. Estos proyectos desarrollaron metodologías operativas muy eficientes y son los responsables de proveer información cartográfica y estadística de alta calidad, a nivel nacional (EEUU) o continental (Unión Europea) (Hanuschak et al., 2004).

En nuestro país, la información relacionada con la ocupación y uso del suelo y en particular con la producción primaria, se caracteriza por su diversidad de escala temporal y geográfica. Existen una gran cantidad de trabajos relacionados al relevamiento y dinámica del uso y la ocupación de las tierras, (Britos et al. 2008; Cabido et al. 2005; Demaría et al., 2008; Grau et al., 2005; Jobbágy et al, 2008; Montenegro et al., 2004; Paruelo et al., 2006; Volante et al., 2005), pero la única información consolidada a nivel nacional es relevada por el INDEC, a través de muestreos (Encuesta Nacional Agropecuaria) y censos (Censo Nacional Agropecuario), realizados cada dos y diez años respectivamente. Esta información se

encuentra espacializada a nivel de departamentos, partidos y unidades censales de tipo administrativo.

A continuación se presenta el trabajo realizado en el período 2006 – 2009 para elaborar cartografía digital del territorio nacional, relativa a la ocupación de las tierras y uso actual de los suelo a escala exploratoria (E 1:500.000), mediante el sistema de clasificación de ocupación de tierras “Land Cover Classification System - LCCS”, (Di Gregorio et al., 1998).

2. Materiales y método

2.1. Área de estudio:

El área de estudio corresponde al territorio de la República Argentina, el cual fue dividido en 6 Ecorregiones siguiendo las pautas y criterios determinados en el *Programa Nacional de Ecorregiones, INTA (2006)*, (Fig. 1). Estas ecorregiones tienen límites político-administrativos correspondientes a los departamentos o partidos.



Figura 1. Ecorregiones definidas por el Programa Nacional de Ecorregiones, INTA.

Con el fin de organizar las tareas de gestión técnica del proyecto, se designó un responsable técnico por cada ecorregión o adecuando los requerimientos de trabajo a las capacidades logísticas y técnicas de cada zona. Se organizaron las zonas de la siguiente forma: la Ecorregión Pampeana quedó dividida en 2 (Norte y Sur); y la Ecorregión Chaqueña y Norandina se dividió en 2 zonas: NOA (Jujuy, Salta, Catamarca, Tucumán, La Rioja y Santiago del Estero) y NEA (Chaco y Formosa); y las ecorregiones Patagonia, Cuyo y Mesopotamia quedaron sin modificaciones.

2.2. Criterios técnicos:

A continuación se listan los criterios técnicos que fueron aplicados en la elaboración de la cartografía digital de Cobertura de Suelo de la Rep. Argentina:

- Nomenclatura: Se adoptó el sistema de clasificación de ocupación del suelo al “Land Cover Classification System – LCCS” (Apartado 2.3.)
- Imágenes satelitales: Landsat TM y MODIS-Terra - MOD13Q1 (Apartado 2.4)
- Corrección geométrica: A partir de corregistro con imágenes Landsat TM orto rectificadas obtenidas del *Global Land Cover Facility - University of Maryland*, (<http://qlcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/>).
- Sistema de proyección: Conforme Gauss-Krüger – POSGAR94.
- Corrección radiométrica: Para imágenes Landsat, según protocolo de preprocesamiento de imágenes de la Administración de Parques Nacionales, (APN-SIB, 2005). Las imágenes MODIS-MOD13Q1 ya poseen correcciones radiométricas y geométricas.
- Año de referencia: Segunda quincena de Setiembre de 2006 hasta la primera quincena de Setiembre de 2007.
- Unidad Mínima Mapeable (UMM): 600 ha. (Excepción: lagos, lagunas, y ambientes urbanos 300 ha).
- Ancho Mínimo Mapeable (AMM): 1000 m.
- Escala de trabajo: E. 1:250.000
- Escala de presentación de resultados: E. 1:500.000
- Verificación cartográfica: La exactitud por categoría deberá ser $\geq 85\%$

2.3. Esquema de trabajo:

A continuación se presenta el esquema conceptual de la organización y secuencia de tareas realizadas para la obtención de la cartografía digital de cobertura del suelo, de acuerdo a las pautas técnicas descriptas en el apartado anterior (Fig. 2):

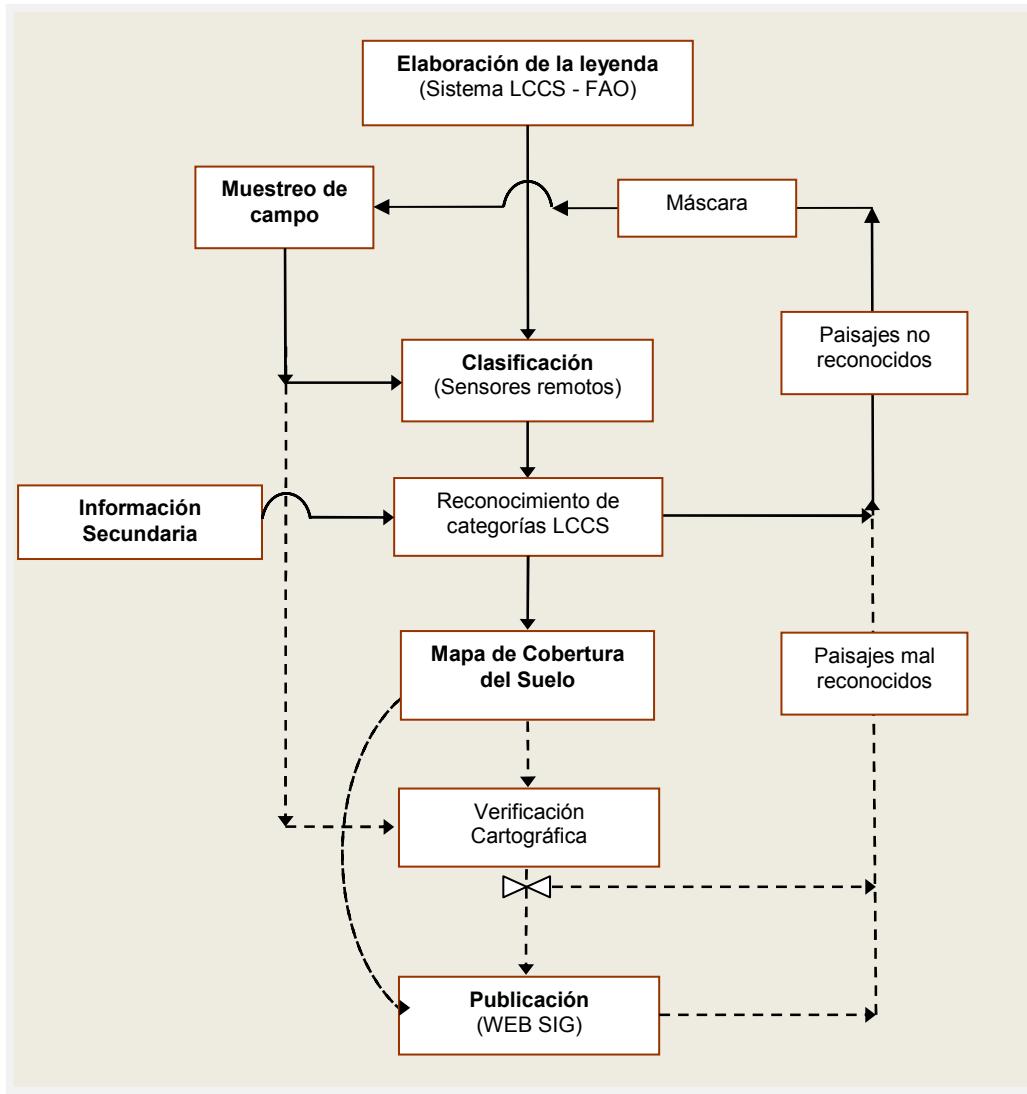


Figura 2. Procedimiento para la obtención de cartas digitales de cobertura de suelo. Esquema general de trabajo.

2.4. Leyenda cartográfica (nomenclatura):

La construcción o diseño de la leyenda cartográfica fue realizada “a priori”, lo que significa que se establecieron las categorías de *uso u ocupación del suelo* antes de comenzar realizar la clasificación de imágenes y asignación de categorías de ocupación del suelo. Para ello, se utilizó el método y software denominado “*Land Cover Classification System*” propuesto por FAO (Di Gregorio et al., 1998). Este método permite la elaboración de leyendas ad hoc, siguiendo criterios jerárquicos preestablecidos.

El primer nivel de la clasificación tiene 8 clases universales generadas a partir de 3 criterios: presencia/ausencia de vegetación, condición edáfica (terrestre / anegable – acuática) y tipo de cobertura (natural / artificial):

Estas categorías se subdividen jerárquicamente a partir de criterios que dependen de cada tipo de cubierta y que pueden ser seleccionadas para crear una leyenda ad hoc, adecuada a la región de estudio, el nivel de detalle y objetivo del trabajo. En la Figura 2 se presentan los criterios considerados por el sistema LCCS en cada nivel de jerárquico.

Para resolver esta etapa de trabajo se requirió de la confluencia de opiniones de profesionales con amplio conocimiento de las zonas de estudio y consustanciados con el objetivo del proyecto. Por lo tanto se realizaron talleres y reuniones de trabajo interdisciplinarias a nivel nacional y local (en cada ecorregión) para acordar y discutir la cantidad de clases a asignar y los criterios de clasificación en cada zona.

Además de la participación intensiva de profesionales de INTA, se sumó en esta etapa al equipo de especialistas de la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF) de la Dirección de Bosques de la Nación (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación).

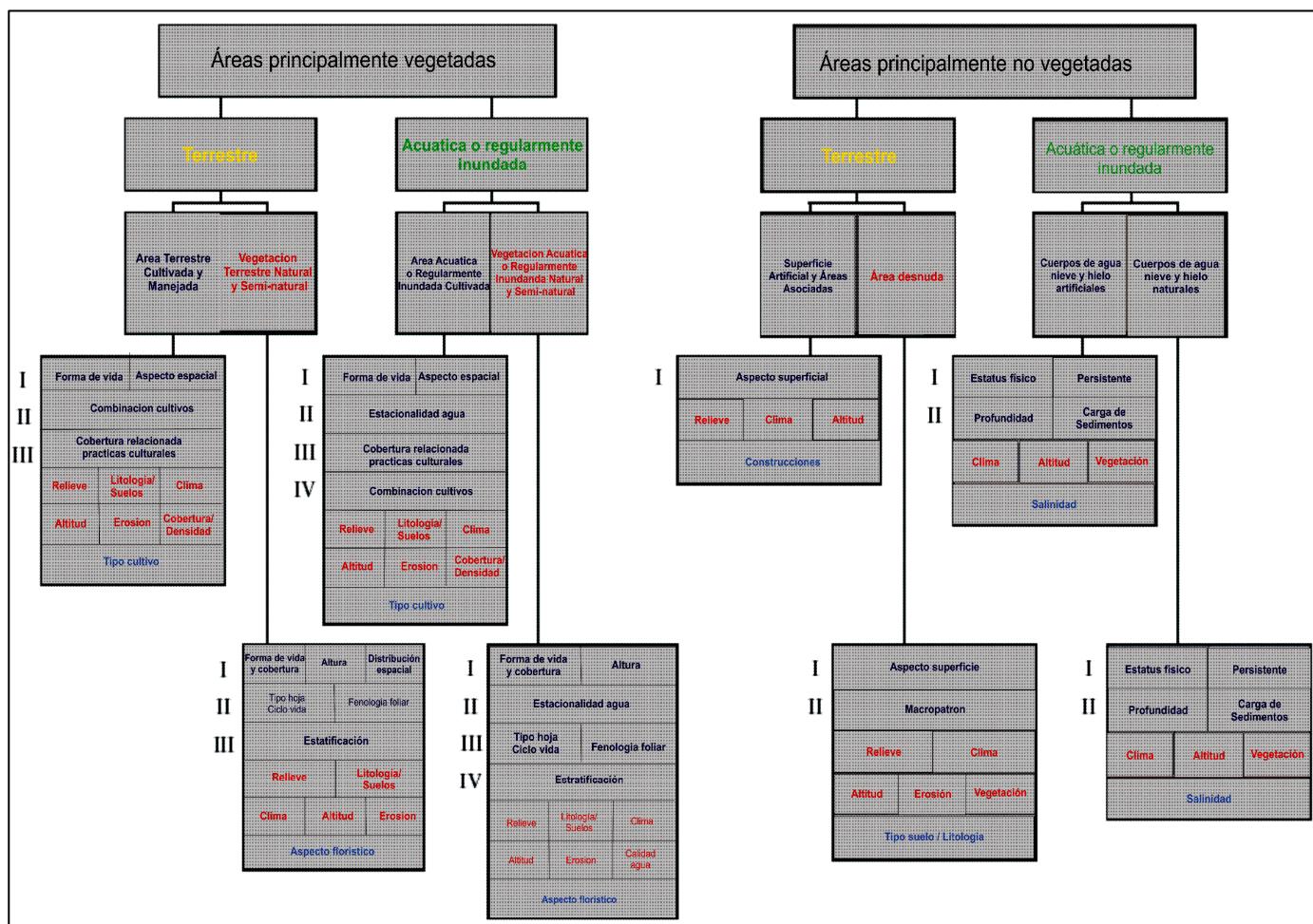


Figura 3. Criterios de clasificación (en romano) utilizados en el sistema LCCS. Tomado de Di Gregorio et al. (1998).

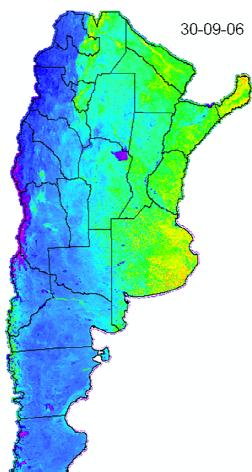
Si bien la leyenda generada en esta etapa del trabajo es un resultado en sí misma, se presenta en este apartado dado que forma parte de los criterios técnicos básicos para la elaboración del Mapa de Cobertura u Ocupación del Suelo objetivo principal de este proyecto. A continuación se presenta el esquema de la leyenda generada (Caja 1) mientras que en el Anexo I se presenta el total de la leyenda con la descripción pormenorizada de las características de cada categoría según los criterios LCCS-FAO.

2.5. Clasificación:

El método de obtención de cartografía digital utilizado, se basó principalmente en el uso intensivo de información satelital y datos de campo. Para ello se han utilizado técnicas de interpretación visual y clasificación digital de imágenes Landsat TM y productos elaborados a partir de imágenes MODIS denominado MOD13Q1. Las imágenes Landsat fueron provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), mientras que los productos MOD13Q1 se obtuvieron del LP DAAC (Land Processes Distributed Active Archive Center – NASA; <http://edcdaac.usgs.gov/main.asp>); (Caja 2).

Con los productos MOD13Q1 se elaboraron imágenes sintéticas compuestas por una secuencia temporal del índice EVI (Enhance Vegetation Index) formada por 20 escenas comprendidas entre 30/09/2006 y el 13/08/2007 (Fig. 3). Estas escenas representan CMV (compuestos de máximo valor) de 16 días provenientes del producto MOD13Q1 descripto anteriormente (Caja 2).

Para cubrir el área de estudio se requirieron 150 imágenes Landsat TM (desde el Path 233 hasta el 223 de Oeste a Este, y desde el Row 075 hasta el 098 de Norte a Sur); y 9 imágenes MODIS - MOD13Q1 (de Norte a Sur, H11V11, H12V11, H13V11, H11V12, H12V12, H13V12, H13V12, H12V13, H13V13 y H14V13), (Fig. 4).



Caja 1: Clasificación de la Cobertura del Suelo de la República Argentina. (LCCS-FAO).

1 ÁREAS TERRESTRES CULTIVADAS Y/O MANEJADAS.

- 1.1 Cultivo de especies arbóreas.
 - 1.1.1 Cultivos de árboles en secano.
 - 1.1.1.1 Latifoliados.
 - 1.1.1.2 Coníferas.
 - 1.1.2 Cultivos de árboles bajo riego.
- 1.2 Cultivos de arbustos.
 - 1.2.1 Cultivos de arbustos en secano.
 - 1.2.2 Cultivos de arbustos bajo riego.
- 1.3 Cultivos de herbáceas.
 - 1.3.1 Cultivo de gramoídeas.
 - 1.3.1.1 Cultivo único.
 - 1.3.1.1.1 En secano.
 - 1.3.1.1.2 Bajo riego.
 - 1.3.1.2 Cultivos múltiples.
 - 1.3.1.2.1 En secano.
 - 1.3.1.2.2 Bajo riego.
 - 1.3.2 Cultivos "no gramoídeas".
 - 1.3.2.1 Cultivo único.
 - 1.3.2.1.1 En secano.
 - 1.3.2.1.2 Bajo riego.
 - 1.3.2.2 Cultivos múltiples.
 - 1.3.2.2.1 En secano.
 - 1.3.2.2.2 Bajo riego.
- 1.4 Áreas urbanas vegetadas.

2 ÁREAS NATURALES Y SEMI-NATURALES DE VEGETACIÓN PREDOMINANTEMENTE TERRESTRE.

- 2.1 Árboles.
 - 2.1.1 Bosques cerrados.
 - 2.1.1.1 Un estrato arbóreo.
 - 2.1.1.1.1 Sin arbustos.
 - 2.1.1.1.2 Con arbustos.
 - 2.1.1.1.3 Con emergentes.
 - 2.1.1.2 Más de un estrato arbóreo.
 - 2.1.1.2.1 Sin emergentes.
 - 2.1.1.2.2 Con emergentes.
 - 2.1.2 Bosques abiertos.
 - 2.1.2.1 Con arbustos.
 - 2.1.2.2 Con estrato herbáceo.
 - 2.1.2.3 Con arbustos y emergentes
 - 2.1.3 Árboles dispersos.
- 2.2 Arbustos.
 - 2.2.1 Arbustal cerrado.
 - 2.2.1.1 Sin emergentes.
 - 2.2.1.2 Con árboles emergentes.
 - 2.2.1.3 Con arbustos emergentes.
 - 2.2.2 Arbustal abierto. Open shrubs:
 - 2.2.2.1 Sin estrato herbáceo.
 - 2.2.2.1.1 Sin emergentes.
 - 2.2.2.1.2 Con emergentes.
 - 2.2.2.1.2.1 Con árboles emergentes.
 - 2.2.2.1.2.2 Con arbustos emergentes.
 - 2.2.2.2 Con estrato herbáceo de cobertura cerrada a abierta.
 - 2.2.2.2.1 Sin emergentes.
 - 2.2.2.2.2 Con emergentes
 - 2.2.2.2.2.1 Con árboles emergentes.
 - 2.2.2.2.2.2 Con arbustos emergentes.
 - 2.2.3 Arbustos dispersos.
- 2.3 Herbáceas.
 - 2.3.1 Pastizal cerrado (herbáceas gramoídeas)
 - 2.3.1.1 De cobertura simple.
 - 2.3.1.2 Con árboles
 - 2.3.1.3 Con arbustos.
 - 2.3.1.4 Con árboles y arbustos.

- 2.3.2 Pastizal abierto (herbáceas gramoídeas)
 - 2.3.2.1 De cobertura simple.
 - 2.3.2.2 Con árboles
 - 2.3.2.3 Con arbustos.
 - 2.3.2.4 Con árboles y arbustos.

2.3.3 Pastizal disperso.

3 VEGETACIÓN NATURAL O SEMI-NATURAL DE ÁREAS REGULARMENTE INUNDADAS/ANEGRADAS O ACUÁTICAS.

3.1 Árboles.

- 3.1.1 Bosques cerrados.
 - 3.1.1.1 Bosques cerrados con un estrato.
 - 3.1.1.2 Bosques cerrados con mas de un estrato.
- 3.1.2 Bosques abiertos.
- 3.1.3 Arboles dispersos.

3.2 Arbustos.

- 3.2.1 Arbustal cerrado a abierto.

3.3 Herbáceas.

- 3.3.1 Herbáceas cerradas.
 - 3.3.1.1 Áreas (Semi) permanentemente inundadas o anegadas.
 - 3.3.1.2 Áreas temporalmente inundadas o anegadas.
 - 3.3.1.3 Áreas saturadas o con freática alta.

4 SUPERFICIES ARTIFICIALES Y ÁREAS ASOCIADAS.

4.1 Superficies construidas.

- 4.1.1 Áreas urbanas densamente pobladas.
- 4.1.2 Áreas urbanas de densidad media,
- 4.1.3 Areas urbanas de baja densidad
- 4.1.4 Areas urbanas dispersas

4.2 Superficies no construidas.

5 ÁREAS NATURALES DESNUDAS.

5.1 Áreas desnudas consolidadas.

- 5.1.1 Rocas, fragmentos
- 5.1.2 Salares

5.2 Áreas desnudas no consolidadas.

- 5.2.1 Dunas
- 5.2.2 Salinas
- 5.2.3 Suelos pedregosos

6 CUERPOS DE AGUA, NIEVE O HIELO ARTIFICIAL.

6.1 Cuerpos de agua artificial permanentes.

7 CUERPOS DE AGUA, NIEVE O HIELO NATURAL.

7.1 Agua.

- 7.1.1 Cuerpos de agua estacionarios
 - 7.1.1.1 Permanente
 - 7.1.1.2 Temporaria
- 7.1.2 En movimiento
 - 7.1.2.1 Permanente
 - 7.1.2.2 Temporaria

7.2 Nieve.

7.3 Hielo.

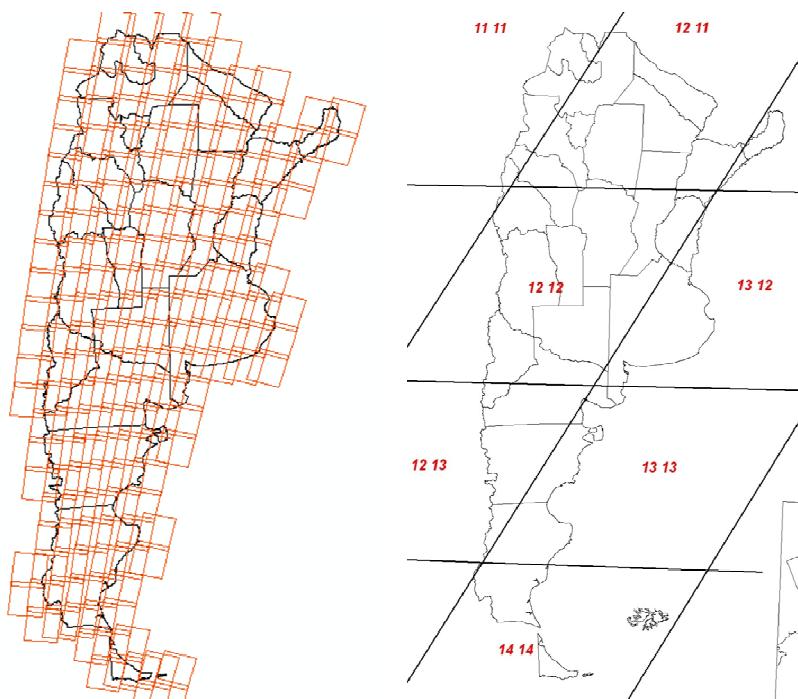


Figura 4. Escenas utilizadas en el trabajo. Landsat (izquierda), Modis –Terra Mod13Q1 (derecha).

La clasificación visual de imágenes satelitales se basa principalmente en la fotointerpretación y digitalización en pantalla de imágenes a partir de la combinación de diferentes bandas en el sistema R-G-B. Esto produce patrones de coloración propios de cada cubierta, que combinado con criterios de contexto (rugosidad y textura) permite la identificación de diferentes clases o categorías de paisajes. Esta técnica tiene ciertas limitaciones por requerir entrenamiento y conocimiento experto, motivo por el cual es altamente dependiente de la subjetividad del analista (Chuvieco Salinero, 2002).

La clasificación digital de series temporales se basa en la utilización de imágenes sintéticas multi-bandas formadas imágenes (capas) del mismo tipo de información (NDVI o EVI) pero de diferentes fechas. La utilización de series temporales de índices verdes está basada en el concepto de que la energía reflejada por cada cubierta vegetal a lo largo de un ciclo anual, al ser registrada por los satélites, describe una curva característica en forma de campana asimilable a su estado fenológico, (Huete, 2002), (Fig. 5).

CAJA 2: Series temporales de índices verdes y Compuestos de Máximo Valor.

El sensor MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) es un instrumento abordo de los satélites Terra y Aqua de la Constelación Matutina. MODIS Terra y MODIS Aqua observan la superficie terrestre cada 1-2 días, adquiriendo datos en 36 bandas espectrales con alta resolución radiométrica en longitudes de onda que van desde los 0.4 μm a los 14.4 μm , y con diferentes resoluciones espaciales: 250m, 500m y 1000m.

El Centro de Procesamiento LP DAAC (Land Processes Distributed Active Archive Center) como parte integrante del Sistema de Observación de la Tierra EOS y EODIS de la NASA, procesa, archiva y distribuye datos de la superficie terrestre colectados por los sensores EOS. El papel del LP DAAC incluye procesamiento de alto nivel y distribución de datos se los sensores ASTER, y MODIS adquiridos por los satélites Terra y Aqua. Los productos generados por el LP DAAC a partir de imágenes MODIS, están diseñados para proporcionar consistentes comparaciones espaciales y temporales de las condiciones globales de la vegetación, que pueden ser usadas para monitorear la actividad fotosintética.

El producto MOD13Q1 utilizado en el marco de este proyecto incluye dos índices de vegetación, el NDVI (normalized difference vegetation index) y el EVI (Enhanced Vegetation Index), producidos con resoluciones espaciales de 250 m; en composiciones sintéticas de períodos de 16 días, en donde se compila una imagen que muestra el máximo valor de cada pixel en ese período de tiempo (Composición de Máximo Valor o CMV), (Huete, 1999).

El índice NDVI representa la cantidad y el vigor de la vegetación (actividad fotosintética). Está estrechamente relacionado con el tipo de vegetación y con las condiciones climáticas, así como con el patrón predominante de uso de las tierras. Este índice es sensible a la clorofila.

El EVI (índice de vegetación mejorado) obtiene respuesta de las variaciones estructurales del dosel vegetal incluyendo el índice de área foliar LAI (leaf area index), tipo y arquitectura del dosel y fisonomía de la planta. EVI fue desarrollado para optimizar la señal de la vegetación con sensibilidad mejorada para altas densidades de biomasa, lográndose esto al separar la señal proveniente de la vegetación y la influencia atmosférica.

$$\text{EVI} = G \times \frac{\rho_{\text{NIR}} - \rho_{\text{Red}}}{\rho_{\text{NIR}} + C_1 \rho_{\text{Red}} - C_2 \rho_{\text{Blue}} + L}$$

where,

- ρ_{NIR} = NIR Reflectance
- ρ_{Red} = Red Reflectance
- ρ_{Blue} = Blue Reflectance
- C_1 = Atmosphere Resistance Red Correction Coefficient
- C_2 = Atmosphere Resistance Blue Correction Coefficient
- L = Canopy Background Brightness Correction Factor
- G = Gain Factor

EVI es un NDVI modificado con un factor de corrección del suelo $L=1$ y dos coeficientes $C1=6$ y $C2=7.5$ que intentan corregir efectos de dispersión atmosférica. G (gain factor)=2.5.

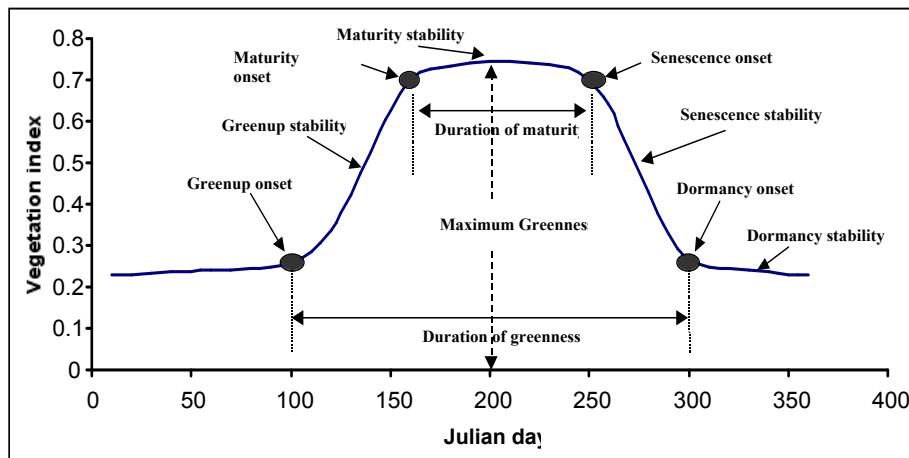


Figura 5. Relación entre índices de vegetación y fenología. Tomado de Huete, (2002).

Esta campana característica o “firma fenológica” ha sido utilizada con éxito para detectar cubiertas vegetales de ambientes naturales (Ahl, 2006; Kang, 2003; Friedl, 2002; Sakamoto, 2005; Zhang, 2003) o para la detección de superficies cultivadas (Wardlow, 2007). En nuestro país existen antecedentes sobre el uso de esta herramienta para la clasificación de uso del suelo y detección de cultivos, (Gershman, 2005; Pro.Re.NOA: www.inta.gov.ar/proreno) y para la gestión de sistemas de pastoreo, (Griega et al.; 2007).

2.6. Información de campo:

Las tareas de muestreo de campo constaron básicamente del reconocimiento en el terreno de las categorías LCCS establecidas a priori. Para ello se realizaron campañas siguiendo itinerarios establecidos en gabinete y siguiendo pautas de procedimientos elaboradas para este fin (Caja 3).

2.7. Información secundaria:

Se utilizaron diversas fuentes de información para la interpretación de cubiertas. En la Ecorregión Norandina, Chaqueña y Pampeana la fuente de información secundaria más importante utilizada en el proceso de clasificación de la ocupación del suelo, fue aportada por la UMSEF (Dirección de Bosques de la Nación) con el mapa digital del **Primer Inventory Nacional de Bosques Nativos, PINBN** (UMSEF, 2002). Esta información, en un trabajo conjunto entre especialistas de INTA y la UMSEF, se realizó la traducción de la leyenda del PINBN al sistema LCCS-FAO. En la Figura 6 se muestra la cartografía resultante del proceso de traducción y en las Tablas 1 a 7 (Caja 4).

Otros antecedentes fueron utilizados como fuente de información suplementaria en estas Ecorregiones (Adamoli, 1972; Cabrera, 1976; Morello y Adamoli, 1974; Ruthsatz y Movia, 1975; Zapater, 1985).

Caja 3: Pautas para la recolección de datos de campo:

El levantamiento de información de terreno requiere de 2 tipos de actividades, una de gabinete y otra en el campo. Las tareas de gabinete se desarrollan en dos etapas, (una previa y otra posterior a la campaña).

Análisis en gabinete previo al muestreo: Las tareas de gabinete previas a la salida, están vinculadas al análisis de información disponible para la planificación del viaje. Es recomendable realizar una interpretación del área de estudio mediante análisis visual o digital de imágenes de satélite, a fin de dividir el paisaje en grandes unidades (estratificación). Para ello es muy útil realizar clasificaciones no supervisadas (sobre imágenes MODIS o Landsat) para interpretar la variabilidad del paisaje. Sobre estas clasificaciones debe superponerse una cobertura de localidades y caminos a fin de visualizar la accesibilidad a cada zona. Este material permite dividir estratificar el área de estudio y visualizar la forma de acceder a cada estrato.

Es recomendable realizar impresiones (en tamaño A3 o A2 si es posible) de estas cartas con la información mencionada (categorías de la clasificación no supervisada, caminos, localidades, ríos, etc.). Estas impresiones se realizarse a escalas no inferiores a 1:100.000 – 1:150.000, debido a que dificulta la interpretación de las unidades cartográficas en el terreno. Se recomienda llevar el siguiente material: a) Hojas cartográficas impresas (descriptas anteriormente), b) GPS, c) máquina fotográfica digital (recomendable 1Gb o más), d) cuaderno de notas, e) material de repuesto (pilas, memoria digital, etc.).

Tareas en el campo: Se deben realizar este tipo de actividades entre dos o tres personas debido a que requiere de discusiones e intercambio de opiniones para una mejor interpretación, del paisaje (o cobertura) y del mapa elaborado en gabinete. La tarea de campo se realiza en dos modalidades o formas:

1. Ir a las zonas o sitios marcados sobre el mapa como sitios de interés o relevantes (estratos, unidades cartográficas, sitios desconocidos, etc.).
2. Tomar datos de la ubicación (en el campo) de unidades de coberturas que observamos en el terreno como relevantes (por su superficie o importancia), que pueden o no estar presentes en la carta que realizamos en el gabinete. Esto ocurre cuando en el camino observamos algo que consideramos relevante para ser considerado, no importando si esa unidad se refleja en la carta que realizamos en gabinete.

Una vez en el sitio de interés y ubicados en una zona representativa (evitar zonas de borde), debemos realizar registros:

3. Tomar 4 fotos del paisaje (N, S, E y O) en donde se observe el horizonte en el cuarto superior (1/4 de cielo y ¾ de paisaje).
4. En el caso de pastizales o arbustales bajos, puede resultar interesante tomar información de mayor detalle sobre la composición de la superficie del suelo, para poder interpretar la interacción suelo-vegetación. Para ello se fotografía en 4 direcciones a 45°, en dirección a un objeto único sobre el suelo).
5. Tomar la posición geográfica con GPS en (Coordenadas geográficas, WGS84).
6. Anotar en la libreta de campo, el número de punto de GPS y los números de sus correspondientes fotografías.
7. Estimar en forma visual el porcentaje de cobertura vegetal. Conviene esto realizarlo en rangos (Ej.; 10-20%, 30-40% etc.).
8. Describir la vegetación de acuerdo a las pautas y categorías de la leyenda FAO – LCCS.
9. Anotar información que considere relevante para poder mejorar la interpretación de las imágenes al regreso de la campaña (especies dominantes, secundarias, tipo y granulometría de suelo, etc.)

Para la Ecorregión Mesopotámica se utilizó de base de consulta la cartografía de Carnevali (1994). En Patagonia fue consultada bibliografía y cartografía de Baetti (2004), Beeskow (1987), Bran (2009), Bianciotto, (2005), Lara (1999), y Movia (1982). La Ecorregión Cuyo trabajo con información publicada por Roig y col. (1989).

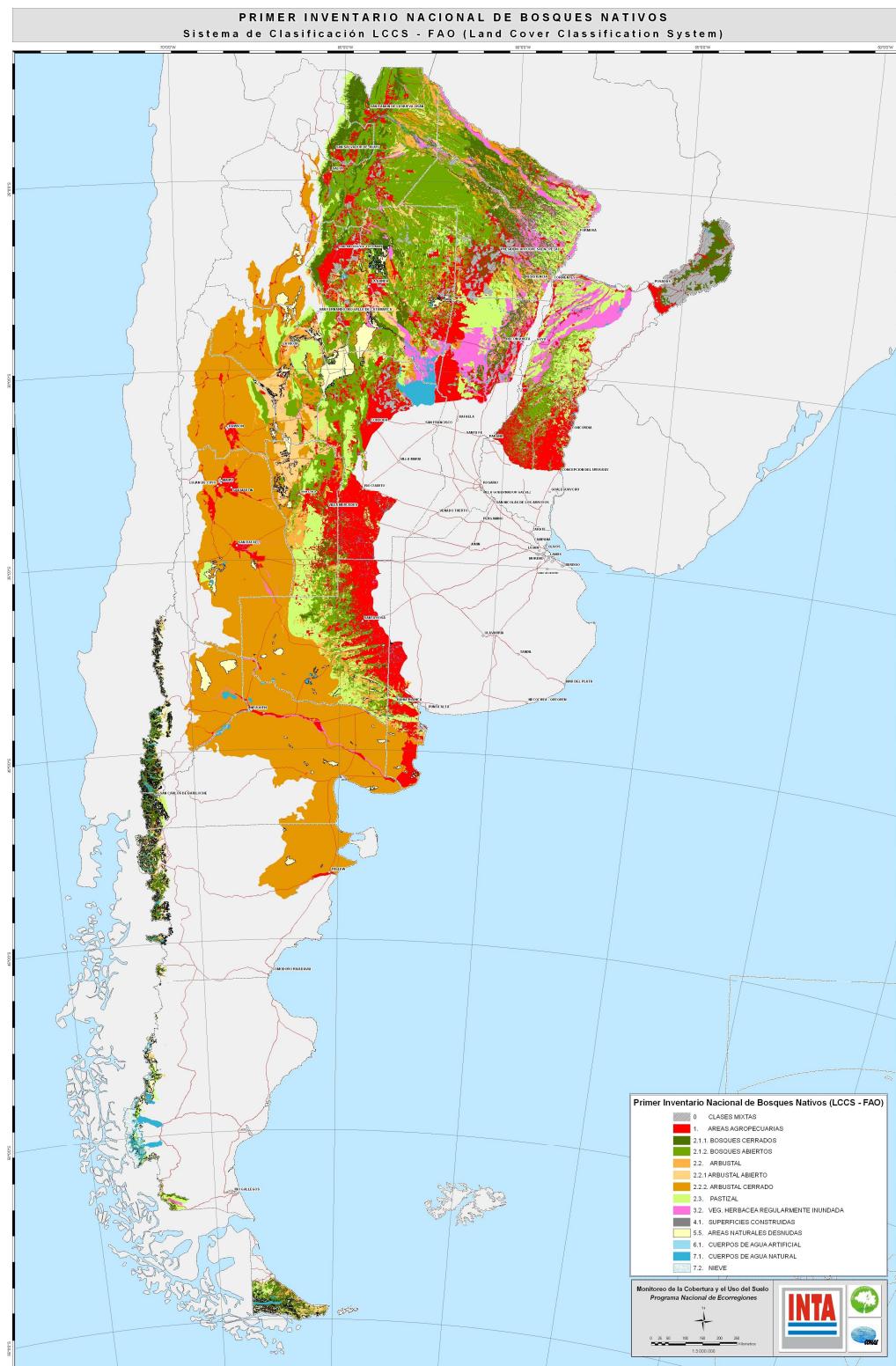


Figura 6. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos expresado en Sistema LCCS – FAO.

Caja 4: Equivalencias entre la nomenclatura del Primer Inventory de Bosques Nativos y el sistema LCCS - FAO:

Tabla 1. Selva Tucumano Boliviana

Primer Inventory de Bosques Nativos		LCCS	CODIGO DE LEYENDA
Nivel 1	Nivel 2		
TIERRAS FORESTALES	Selva de Transición	Multi-estratificado (>60%) o Bosque abierto (<60%)	21122 2123
	Selva Montana	Multi-estratificado (>60%) o Bosque abierto (<60%)	21121-21122-2123
	Bosque Montano	Mono-estratificado	212 - 2121
OTRAS TIERRAS FORESTALES	Arbustales	2.2 Arbustos	22 – 221 - 222
	Bosque de ribera	Mono-estratificado	21121

Tabla 2. Parque chaqueño

PRIMER INVENTARIO DE BOSQUES NATIVOS			LCCS	CODIGO DE LEYENDA
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3		
TIERRAS FORESTALES	Bosque Alto		Multi-estratificado o las 3 categorías de Bosque Abierto	2121 2122 2123
			Mono-estratificado	21111
			Mono-estratificado	2111
	Quebrachal	Alto	Multi-estratificado	21121
		Degrado	Bosque Abierto, 2.1.2.3 con arbustos y emergentes; raramente con herbáceas	2123
		Típico	Rara vez Multi-estratificado y principalmente Bosque Abierto	2121 2122 2123
OTRAS TIERRAS FORESTALES	Arbustal	Estepa arbustiva herbácea	Mayoritariamente Arbustal abierto, con estrato herbáceo, puede haber zonas de Arbustal cerrado	2222 221 2212
		Matorral	2.2 Arbustos, Arbustal cerrado	22 - 221
	Serrano		Mono-estratificado o Bosque Abierto, 2.1.2.3 con arbustos y emergentes o cualquier categoría de Arbustos	2123 2211 2212 2222
			Multi-estratificado	21121
	Bosque en Galería		Multi-estratificado, Mono estratificado, bosque Abierto con Arbustos o herbáceas (palmares)	21121 2121 2122

* No existe ninguna categoría de Bosque Abierto que los contemple, sería un bosque Abierto con árboles bajos en el sotobosque o un Multi-estratificado abierto.

Tabla 3. Selva Misionera

PRIMER INVENTARIO DE BOSQUES NATIVOS		LCCS	CODIGO DE LEYENDA
NIVEL 1	NIVEL 2		
TIERRAS FORESTALES	Selva protegida del Parque Iguazú	Multi-estratificado	21122
	Selva de cobertura cerrada	Multi-estratificado	21122
	Selva de cobertura variable	Multi-estratificado	
	Selva de cobertura abierta	Multi-estratificado	
OTRAS TIERRAS FORESTALES	Bosques en galería	Multi-estratificado	21121
	Cañaverales	Mono-estratificado	21121

Tabla 4. Provincia del Monte

PRIMER INVENTARIO DE BOSQUES NATIVOS		LCCS	CODIGO DE LEYENDA
NIVEL 1	NIVEL 2		
OTRAS TIERRAS FORESTALES	Estepa arbustiva y/o herbácea	2.2 Arbustos	Poner lo que corresponda
	Estepa arbustiva y/o herbácea-Tierras agropecuarias	2.2 Arbustos	Poner lo que corresponda
	Estepa arbustiva y/o herbácea-Vegetación herbácea hidrófila sin árboles	2.2 Arbustos	Poner lo que corresponda

Tabla 5. Bosque Andino Patagónico

PRIMER INVENTARIO DE BOSQUES NATIVOS			LCCS	CÓDIGO DE LEYENDA
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3		
TIERRAS FORESTALES	Bosque de Lenga	Lenga	Mono-estratificado sin arbustos	21111
		Lenga Coihue	Mono-estratificado sin arbustos	
		Lenga Ciprés	Mono-estratificado sin arbustos	
		Lenga Guindo	Mono-estratificado sin arbustos	
		Lenga con Arbustos	Mono-estratificado con arbustos	21112
	Bosque de Ciprés	Ciprés	Mono-estratificado	21111
		Ciprés Lenga	Mono-estratificado	
		Ciprés Coihue	Mono-estratificado	
		Ciprés Radal	Mono-estratificado	
		Ciprés Ñire	Mono-estratificado	
	Bosque de Coihue	Coihue	Mono-estratificado	21111
		Coihue Ciprés	Mono-estratificado	
		Coihue R. Pellín	Mono-estratificado	
		Coihue Ñire	Mono-estratificado	
		Coihue Raulí	Mono-estratificado	
	Bosque Mixto	Araucaria Lenga Coihue	Mono-estratificado	21111
		Lenga Araucaria	Mono-estratificado	
		Coihue Ciprés	Mono-estratificado	
		R. Pellín Lenga	Mono-estratificado	
		R. Pellín Raulí	Mono-estratificado	
		R. Pellín Coihue	Mono-estratificado	
		Lenga Ñire	Multi-estratificado	
		Guindo Canelo Lenga	Mono-estratificado	
		Coihue Lenga	Mono-estratificado	
		Tipo Selva Valdiviana	Multi-estratificado	21121 ó 21122
	Bosque de Araucaria	Raulí Coihue	Mono-estratificado	2121
		Guindo Lenga	Mono-estratificado	
		Araucaria	Bosque Abierto	212
	Bosque de Araucaria	Araucaria Lenga	Mono-estratificado	21111
		Araucaria Ñire	Bosque Abierto con arbustos	2121
	Bosque de R. Pellín	R. Pellín	Mono-estratificado	21111
OTRAS TIERRAS FORESTALES	Bosque de Lenga	Lenga Baja	Mono-estratificado	2211
		Lenga Achaparrada	Arbustal cerrado	
	Bosque de Ñire	Ñire	Mono-estratificado o Bosque Abierto con herbáceas	2122 21111
		Ñire Araucaria	Bosque Cerrado o Abierto con emergentes	2123 ó ?
	Bosque de Araucaria	Bosque abierto de Araucaria	Pastizal con árboles	2312
	Bosque Degradado	Incendiado/tala rasa	Bosque Abierto o 2.2 Arbustos	2122 ó 2222
	Bosque de Ciprés	Ciprés y otras sp.	Bosque Abierto con arbustos Pastizal con árboles (Ciprés <15%)	2121 2312
	Arbustales	Matorrales	Arbustal cerrado	2211

Tabla 6. Provincia del Espinal (Caldén)

PRIMER INVENTARIO DE BOSQUES NATIVOS			LCCS	CÓDIGO DE LEYENDA
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3		
TIERRAS FORESTALES	Bosque de Caldén	Caldén cerrado	Mono-estratificado	2111 - 21112
		Caldén abierto con pastos	Bosque Abierto con herbáceas	2122
		Caldén abierto con arbustos	Bosque Abierto con arbustos	2121
OTRAS TIERRAS FORESTALES	Bosque de Transición		Multi-estratificado (abierto) o Bosque Abierto con arbustos	2122 2123
			Pastizal con árboles	2312
			Arbustos	22
	Formación de otras especies arbóreas		Mono-estratificado	Ver en el mapa donde

Tabla 7. Provincia del Espinal (Ñandubay)

PRIMER INVENTARIO DE BOSQUES NATIVOS			LCCS	CODIGO DE LEYENDA
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3		
TIERRAS FORESTALES	Bosque de Ñandubay	Ñandubay-Espinillo	Bosque Abierto con arbustos o Bosque Abierto	2121
		Ñandubay-Espinillo con otras	Bosque Abierto con arbustos o Bosque Abierto	2121 2122
	Bosque de Transición		Multi-estratificado	2123
OTRAS TIERRAS FORESTALES	Ñandubay tipo parque		2.3.1.2 Pastizal con árboles	2312
	Arbustales		2.2 Arbustos	22
	Bosque en galería		Multi-estratificado	21121
	Palmares		Bosque Abierto con arbustos, con herbáceas o 2.3.1.2 Pastizal con árboles	2121 2122 2123 2312

3. Resultados:

A fin de presentar el nivel de ejecución del proyecto, sobre el diagrama presentado el apartado 2.3 (Fig. 2) se resaltaron en color los productos o actividades en clasificados en 3 estados o etapas: **verde: cumplido / finalizado; amarillo: incompleto / en ejecución; rojo: no realizado / falta ejecutar**

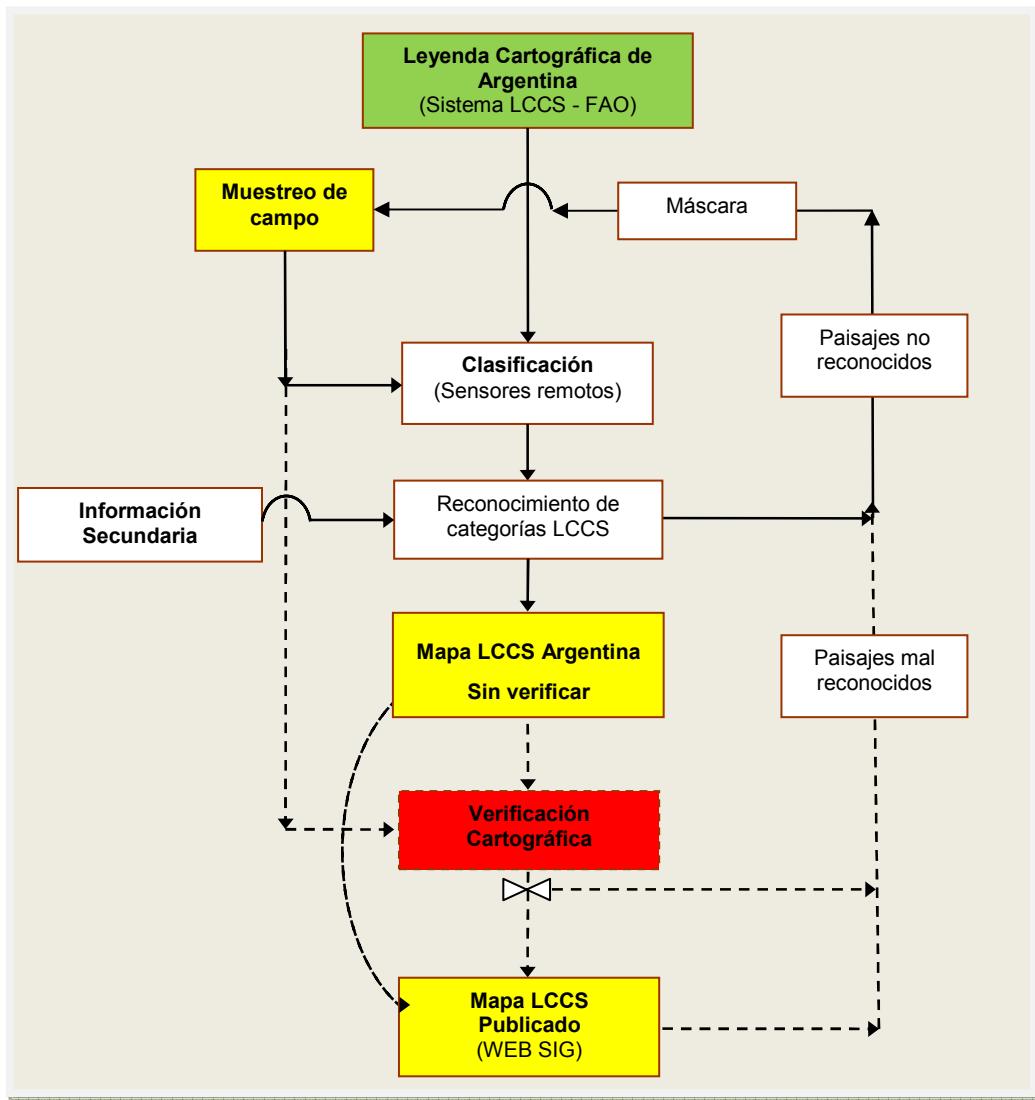


Figura 7. Estado de ejecución de tareas y productos. Esquema general de trabajo.

3.1. Leyenda cartográfica

Los principales productos elaborados durante el proceso de construcción de la leyenda son los siguientes:

- a) Manual del Usuario en Castellano LCCS (Anexo I): Traducción de “Land Cover Classification System: Clasification concepts and User Manual” (Di Gregorio et

al., 1998). La traducción contiene un glosario de términos y regionalismos para evitar dobles interpretaciones.

- b) Leyenda LCCS para la República Argentina (Anexo II): La Nomenclatura de Clasificación de Uso y Ocupación de los Suelos de la República Argentina, resultante consta de un total de 8 clases a nivel I, 17 clases a nivel II, 29 clases a nivel III y 43 clases a nivel IV y V detalladas y descriptas según LCCS. Esta leyenda tiene las siguientes características:

- Leyenda única: existe una leyenda para toda el área de estudio (Argentina).
- Exhaustiva: comprende la totalidad de la diversidad ambiental del territorio nacional.
- Jerárquica: Tienen niveles que permiten ser desagregados (o agregados) en otros de mayor (o menor) detalle.
- Consistente: a) con metodología de relevamiento de cubiertas a partir de sensores remotos, b) con los requerimientos de Planes de Usos del Suelo y Ordenamiento Territorial; y c) con los principales inventarios cartográficos a nivel mundial.

3.2. Muestreo de campo:

En los informes de cada Ecorregión se describen las características del muestreo de campo realizado (Anexo III). Falta realizar el muestreo de campo para realizar la validación cartográfica.

3.3. Mapa LCCS de Argentina (Sin verificar. Versión Beta):

Este producto tiene un nivel de cumplimiento del 90%. Falta realizar el nivel 3 y 5 para la provincia de La Rioja en donde no pudieron completarse las tareas por falta de participación de profesionales locales en este Proyecto Específico. Estas tareas serán completadas desde la EEA Salta en el próximo semestre.

Otra tarea pendiente de realización es el ajuste o empalme de unidades cartográficas en los límites entre algunas Ecorregiones y Provincias.

Se presentan 2 mapas en formato JPG, para ser impresos en tamaño de papel IRAM A0 con niveles de leyenda LCCS 1 y 3 en escala 1:3.000.000 (Figura 8 y 9). Los mapas e inventarios territoriales con niveles de Leyenda LCCS 5 se presentan en el Anexo III discriminados por provincias.

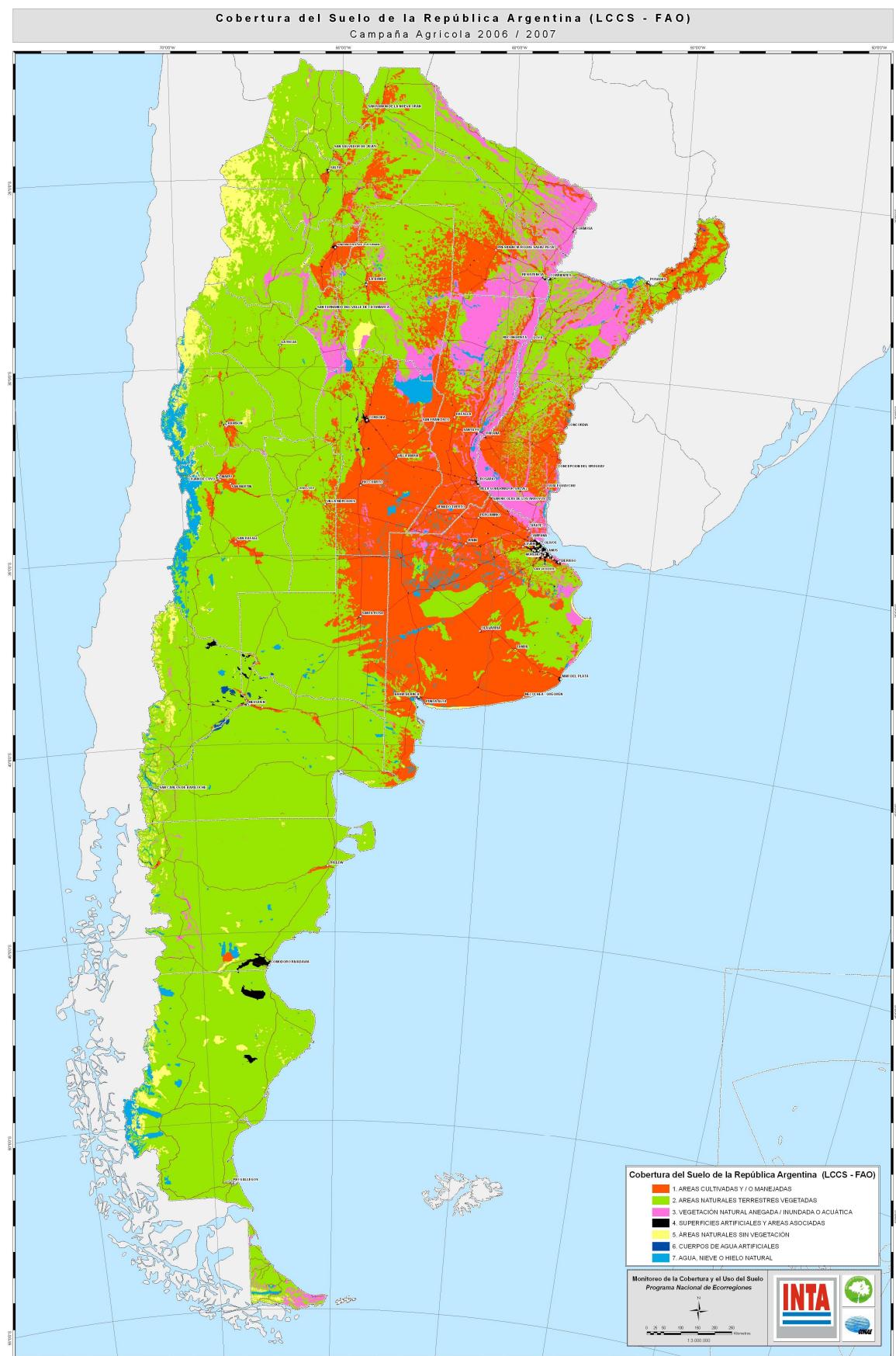
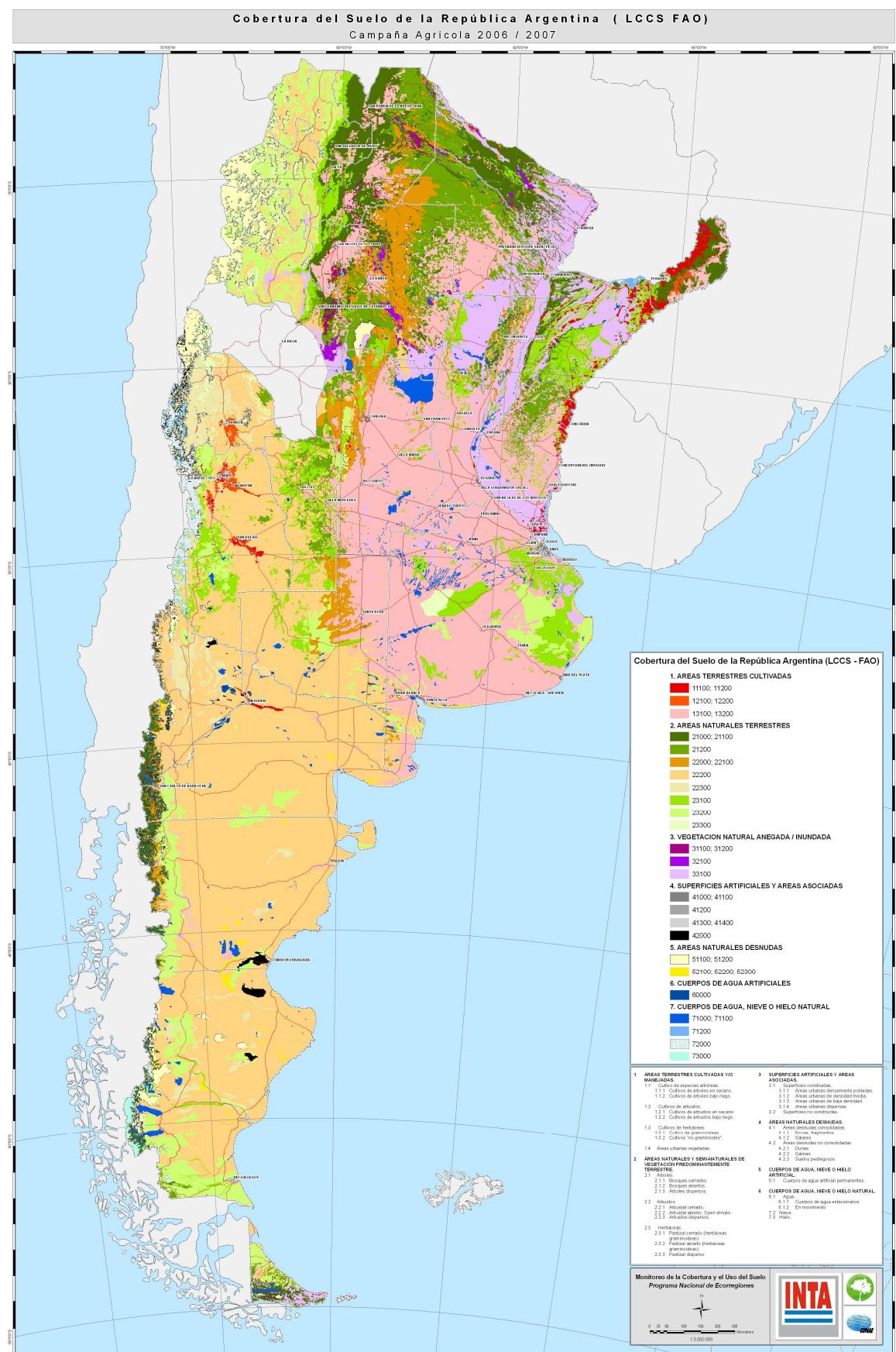


Figura 8. Mapa resultante de las tareas desarrolladas en el marco del proyecto PNECO1643: Cobertura del Suelo de la República Argentina Año 2006-2007 (LCCS - Nivel de leyenda 1).



**Tabla 8. Inventario de Coberturas del Suelo de la República Argentina
(Campaña agrícola 2006-2007)**

Código Leyenda	Categoría LCCS	Superficie (km2)		
1.	ÁREAS TERRESTRES CULTIVADAS Y/O MANEJADAS.			584353
1.1	Cultivo de especies arbóreas		19791	
1.1.0	Cultivo de especies arbóreas (sin discriminar)	245		
1.1.1	Cultivos de árboles en secano	16464		
1.1.2	Cultivos de árboles bajo riego	3082		
1.2	Cultivos de arbustos.		7665	
1.2.1	Cultivos arbustivos en secano	1496		
1.2.2	Cultivos de arbustos bajo riego	6169		
1.3	Cultivos de herbáceas.		556720	
1.3.1	Cultivos de gramoideas	472185		
1.3.2	Cultivo de "no gramoideas"	84535		
1.4	Áreas urbanas vegetadas		177	
2.	ÁREAS NATURALES Y SEMI-NATURALES DE VEGETACIÓN PREDOMINANTEMENTE TERRESTRE.			1742814
2.1	Árboles		320946	
2.1.1	Bosques cerrados	158351		
2.1.2	Bosques abiertos	162595		
2.2	Arbustos		1029858	
2.2.1	Arbustal cerrado	105477		
2.2.2	Arbustal abierto	865679		
2.2.3	Arbustos dispersos	58702		
2.3	Herbáceas.		392010	
2.3.1	Pastizal cerrado (herbáceas gramoideas)	164014		
2.3.2	Pastizal abierto (herbáceas gramoideas)	196122		
2.3.3	Pastizal disperso	31874		
3	VEGETACIÓN NATURAL O SEMI-NATURAL DE ÁREAS REGULARMENTE INUNDADAS/ANEGRADAS O ACUÁTICAS.			204861
3.1	Árboles.		6494	
3.1.1	Bosques cerrados en áreas regularmente anegadas/inundadas	6016		
3.1.2	Bosques abiertos en áreas regularmente anegadas/inundadas	478		
3.2	Arbustos.		9451	
3.2.1	Arbustal cerrado en áreas regularmente anegadas/inundadas	9451		
3.3	Herbáceas.		188916	
3.3.1	Herbáceas cerradas en áreas regularmente anegadas/inundadas	188916		
4	SUPERFICIES ARTIFICIALES Y ÁREAS ASOCIADAS.			11267
4.1	Superficies construidas		6861	
4.1.1	Áreas urbanas de densidad alta	2124		
4.1.2	Áreas urbanas de densidad media	1496		
4.1.3	Áreas urbanas de densidad baja	2697		
4.1.4	Áreas urbanas dispersas	544		
4.2	Superficies no construidas		4307	
4.3	Construcciones industriales, de servicios, etc.		99	

<i>Código Leyenda</i>	<i>Categoría LCCS</i>	<i>Superficie (km2)</i>		
5	ÁREAS NATURALES DESNUDAS.			86973
5.0	Áreas naturales desnudas (no clasificadas)		34485	
5.1	Áreas desnudas consolidadas		45283	
5.1.0	Áreas desnudas consolidadas (sin clasificar)	17409		
5.1.1	Rocas, fragmentos	24728		
5.1.2	Salares	3146		
5.2	Áreas desnudas no consolidadas.		7205	
5.2.1	Dunas	2764		
5.2.2	Salinas	551		
5.2.3	Suelos pedregosos	3890		
6	CUERPOS DE AGUA, NIEVE O HIELO ARTIFICIAL.			2896
7	CUERPOS DE AGUA, NIEVE O HIELO NATURAL.			67592
7.1	Cuerpos de agua, hielo o nieve natural		39174	
7.1.0	Cuerpos de agua, hielo o nieve natural (sin clasificar)	1118		
7.1.1	Cuerpos de agua estacionarios	32595		
7.1.2	Cuerpos de agua en movimiento	5461		
7.2	Nieve permanente		24950	
7.3	Hielo		3468	
TOTAL GENERAL (Sin la provincia de La Rioja)		2.700.758		

3.4. Verificación Cartográfica

Se realizaron talleres de discusión metodológica y trabajos de investigación a fin de brindar elementos conceptuales y metodológicos para resolver la etapa de validación. Emergen de este trabajo pautas conceptuales y metodológicas para la validación cartográfica (Ver ANEXO4).

Las tareas de campaña requeridas, no fueron realizadas hasta el presente por las restricciones presupuestarias registradas en el último año del proyecto. Completar la información relativa a la provincia de La Rioja y realizar la verificación cartográfica serán trabajos que deberán realizarse en el marco del PI Geoinformación para el Ordenamiento Territorial durante el primer año de proyecto del período 2009-2011.

3.5. Inventario y Mapa LCCS (Sin Verificar), publicados en la Web:

Se encuentra publicado en el Servidor de Mapas (WEB SIG) Geointa el mapa con las características y al nivel de detalle alcanzado (Mapa Versión Beta, descripto en 3.3) <http://geointa.inta.gov.ar/node/11/id%3D22> y la información del inventario de superficies obtenidas en el sitio Web <http://www.inta.gov.ar/prorenova/info/pneco/lccs.htm>.

4. Conclusiones

Este mapa de coberturas del suelo de la República Argentina es un valioso aporte, no sólo por ser el primero realizado a nivel nacional sino porque a partir de él pueden realizarse numerosos estudios donde ésta información es la principal variable de entrada para trabajos como por ejemplo, dinámica del territorio y ecología del paisaje, entre otros; y realizar tareas de planificación territorial.

La utilización del sistema de clasificación de cubiertas LCCS-FAO es de gran utilidad para reducir incertidumbre, ambigüedad, e inconsistencia cartográfica. Haber puesto a prueba esta metodología constituye un avance significativo en el estado del conocimiento.

Existe en este momento un equipo de profesionales, distribuidos por todo el territorio nacional, capacitados con metodologías de procesamiento de imágenes satelitales, reconocimiento de cubiertas en el campo y trabajo corporativo en red. Esto potencia las capacidades de nuestra Institución para la resolución de problemas específicos en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica.

A pesar de que se cuenta con metodología y base conceptual para la realización de la verificación cartográfica, las restricciones presupuestarias afectaron seriamente la última etapa del trabajo (la validación o verificación cartográfica) debido al elevado costo que implica realizar esta tarea. Por tal motivo esta etapa debió aplazarse para el próximo trienio. Con un esfuerzo adicional se podrá contar con cartografía validada a nivel nacional, que servirá de puntapié para trabajos de ordenamiento del uso de las tierras, planificación estratégica y gestión del territorio.

5. Referencias

- Adámoli, J., Neumann, R., Colina, A., Morello, J. 1972. El Chaco aluvional salteño. INTA, Revista de Investigaciones Agropecuarias Serie 3, 9: 165-237.
- Ahl DE, Gower ST, Burrows SN, Shabanov NV, Myneni RV, Knyazikhin Y. 2006. Monitoring spring canopy phenology of a deciduous broadleaf forest using MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 104: 88–95.
- APN-SIB, 2005. Administración de Parques Nacionales. Sistema de Información de Biodiversidad. Protocolo para el pre-procesamiento de imágenes satelitales Landsat para aplicaciones de la Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires.
- Baetti, C. 2004. Guía Geográfica Interactiva de Santa Cruz. Unidades fisonómico florísticas de vegetación.
- Beeskow, A.M., del Valle, H.F. y Rostagno, C.M. 1987. Los sistemas fisiográficos de la región árida y semiárida de la Provincia de Chubut. Centro Nacional Patagónico, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Puerto Madryn, Argentina. 173 pp.
- Bianciotto, O. 2005. Ambientes naturales de la estepa fueguina. Provincia de Tierra del Fuego.
- Bran, D.; Cechi G. 2009. Vegetación de la Pcia . de Rio Negro en: *Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de Rio Negro*. Ed. Rubén E. Godagnone y Donald E. Bran, INTA – Pcia. de Río Negro, 1 mapa, 1:500.000, 392 pp.
- Britos, JA & AH Barchuk. 2008. Cambios en la cobertura y uso de la tierra en dos sitios del Chaco Árido del noroeste de Córdoba, Argentina. *Agricentia*, Vol XXV (2): 97-110.
- Cabrera, AL. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería.
- Cabido, M.; M. Zak, A. Cingolani, D. Caceres y S. Diaz. 2005. Cambios en la cobertura de la vegetación del centro de Argentina. ¿Factores directos o causas subyacentes?". En: Oesterheld, M.; M. Aguiar, C. Ghersa y J. Paruelo (Eds). La Heterogeneidad de la Vegetación de los Agroecosistemas. FAUBA, pp. 271-300.
- Carnevali, R. 1994. Fitogeografía de la Provincia de Corrientes. Cartas, escalas 1:500.000 y 1:1.000.000. Gobierno de la Provincia de Corrientes – INTA. 1:324.
- Chuvieco Salinero E., 2002. Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Editorial Ariel S.A. Barcelona, España.
- Demaria, M.; I. Aguado Suarez y D.F. Steinaker. 2008. Reemplazo y fragmentación en pastizales semiáridos pampeanos. *Ecología Austral* 18:55-70. Abril 2008. Asociación Argentina de Ecología.
- Di Gregorio, A. & L. Jansen. 1998. Land Cover Clasification System: Clasification concepts and User Manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1998. ISBN:92-5-10421.
- Friedl MA, McIver DK, Hodges JCF, Zhang XY, Muchoney D, Strahler AH, Woodcock CE, Gopal S, Schneider A, Cooper A, Baccini A, Gao F, Schaaf C. 2002. Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results. *Remote Sensing of Environment*, 83: 287–302.
- Guerschman JP. 2005. Análisis regional del impacto de los cambios del uso de la tierra sobre el funcionamiento de los ecosistemas de la Región Pampeana (Argentina). Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía, UBA.

- Grau, R., Aide, M., & Gaspari, I. 2005b. Globalization and soybean expansion into semiarid ecosystem of Argentina. *Ambio*, 34(3), 267-368.
- Grigera G., Oesterheld M., Pacín F. 2007. Monitoring forage production for farmers' decision making. *Agricultural Systems* 94: 637–648.
- Hanuschak, G. and J. Delince. 2004. Utilization of Remotely Sensed Data and GIS for Agricultural Statistics in the United States and the European Union. United States Department of Agriculture (USDA). 12 pp.
- Huete, A., Justice, C and Leewen, W., 1999 MODIS vegetation index (MOD 13). Algorithm theoretical basis document ATBD13. Documento Electronico: http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf
- Huete A, Didan K, Miura T, Rodriguez EP, Gao X, Ferreira LG. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment* 83: 195–213.
- INTA. 2006. Programa Nacional de Ecorregiones: Síntesis. Disponible en: www.inta.gov.ar/invest/doc/ecorregion.pdf
- Jobbágy E.G., M.D. Noysetto, C.S. Santoni y G. Balde. 2008. El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. *Ecología Austral* ISSN 1667-782X Versión on-line Ecol. Austral v.18 n.3.
- Kang, S., Running, S. W., Lim, J. -H., Zhao, M., Park, C. -R., & Loehman, R. (2003). A regional phenology model for detecting onset of greenness in temperate mixed forests, Korea: An application of MODIS leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 86, 232–242.
- Lara,A.; Bran,D.; Rutherford,P.; Pérez,A.; Clayton,S.; Montoy,C.; Ayesa, J.A.; Barrios,D.; Gross,M.; Iglesias,G.; 1999. Vegetación de la ecorregión de los bosques Valdivianos. WWF. Proyecto Binacional Chile-Argentina UACH-INTA-APN-FVSA. 1 mapa, 1:500.000, 27pp.
- Montenegro, C.; I. Gasparri; E. Manghi; J. Bono; M. G. Parmucchi. 2004. Estimación de la pérdida de superficie de bosque nativo y tasa de deforestación en el norte de Argentina (2004) Informe sobre deforestación en Argentina. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Morello J. y J. Adamoli. 1974. Las Grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Buenos Aires : INTA, 1968-74 . En: La vegetación de la República Argentina. Serie Fitogeográfica ; no. 10 y 13.
- Movia, C.; Owen, H. y Pérez J.; 1982. Vegetación de la Pcia. del Neuquén, CFI-Pcia del Neuquén. 1 mapa, 1: 500.000; 324 pp.
- Paruelo, J.M.; Guerschman, J.P.; Piñeiro, G.; Jobbágy, E.G.; Verón, S.R.; Baldi, G. Y Baeza, S. 2006. Cambios en el uso de la tierra en argentina y uruguay: Marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia*. Vol. X N° 2 pág. 47 – 61.
- Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal (UMSEF). 2002. Cartografía y Superficie de Bosque Nativo de Argentina. Primer inventario Nacional de Bosques Nativos. Dirección de Bosques, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. 25 Pp.
- Roig, F.A. Ing., Carretero E.M. y Méndez E. VEGETACION DE LA PROVINCIA DE MENDOZA, en CD ANDES, Capítulo 7.
- Roig, F.A. 1989. Bosquejos Geográficos dela Provincia de Mendoza. X Jornadas Argentinas de Botánica. Soc.Arg.Bot., N.Cuyo-Univ.Concep.Chile, 15 p g.

- Ruthsatz, B. & C. Movia. 1975. Relevamiento de las Estepas Andinas del Noreste de la Provincia de Jujuy. República Argentina. FECIC, Buenos Aires.
- Sakamoto T, Yokozawa M, Toritani H, Shibayama M, Ishitsuka N, Ohno H. 2005. A crop phenology detection method using time-series MODIS data. *Remote Sensing of Environment* 96, 366 – 374.
- Volante, J.; A.R. Bianchi; A. Paoli; Y. Noe Y H. Helena. 2005. Análisis de la dinámica del uso del suelo del Noroeste Argentino mediante teledetección y SIG. INTA, EEA Salta. On line: http://www.inta.gov.ar/prorenova/zonadescarga/uso_suelo/Analisis_de_la_dinamica_del_uso_del_suelo.pdf
- Wardlow B., Egbert S.L., Kastens J.H. 2007. Analysis of time-series MODIS 250 m vegetation index data for crop classification in the U.S. Central Great Plains. *Remote Sensing of Environment* 108 (2007) 290–310
- Zapater MA. 1985. Esquema Fitogeográfico de la Provincia de Salta. Secretaría de Estado de Asuntos Agrarios, Dirección General Agropecuaria, Departamento Suelo, Riego y Clima, Salta.
- Zhang X, Friedl M, Schaaf C, Strahler A, Hodges J, Gao F, et al. 2003. Monitoring vegetation phenology using MODIS. *Remote Sensing of Environment* 84, 471–475.