ANEXO II – Metodología empleada para la generación de mapas de uso de la tierra en 1988 y 1989

Esta etapa del trabajo fue realizada por el equipo del proyecto ProReNoa del INTA Cerrillos, en forma coordinada con el Laboratorio de Análisis regional y Teledetección de la Facultad de Agronomía de la UBA.

Coordinación:	**Teledetección:**	**Descripción de áreas naturales:**
Lic. José Volante	Lic. José Volante	Ing. Roberto Neumann
Prof. AlbertoBianchi	Prof. AlbertoBianchi	
Ing. Hector Paoli	Lic. José Volante	
Yanina Noe		
Ing. Claudio Cabral		

1. Introducción:

En agosto de 2004, el Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (LART) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA), solicitó al Laboratorio de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica de la Estación Experimental Agropecuaria Salta del INTA, la realización de cartografía digital del paisaje rural y natural de tres sectores del NOA.

El objetivo del trabajo fue determinar el tipo de cubierta vegetal (vegetación natural y cultivos) presente hace 15 años (1988 y 1989) en dos sectores de la Provincia de Salta (Las Lajitas y Tartagal) y uno en el límite Provincial Santiago del Estero – Chaco (Charata).

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de imágenes del satélite Landsat 5 TM. En el medio natural se discriminan tipos fisonómicos de vegetación y en zonas agrícolas, los principales cultivos desarrollados en ese momento.

2. Materiales y método:

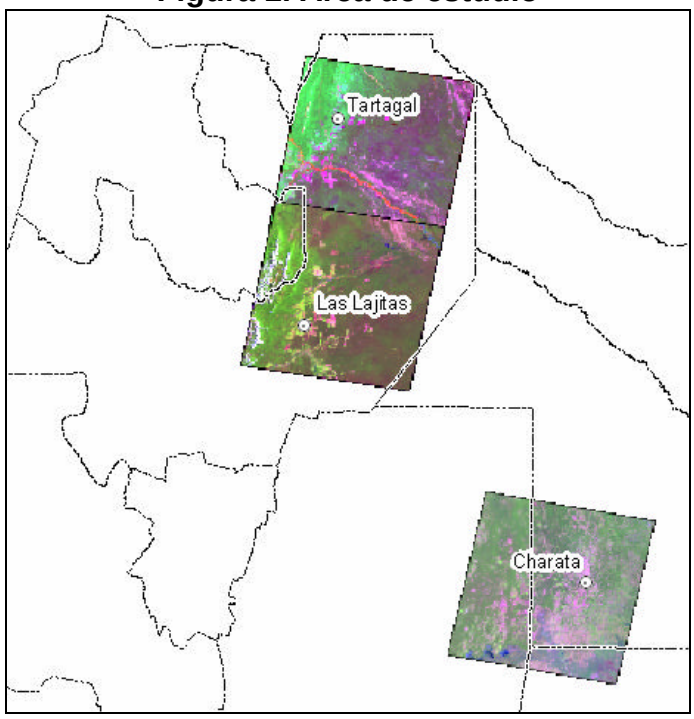
El trabajo se llevó a cabo entre los meses de setiembre y octubre de 2004. El área de estudio corresponde a tres sectores del NOA. Cada sector es el equivalente a la superficie cubierta por las escenas del satélite Landsat 5 TM, path-row 230-76 (Tartagal, Salta), 230-77 (Las Lajitas, Salta) y 228-79 (Charata, Chaco). Cada escena cubre una superficie aproximada de 32.400 km2, (Fig. 1).

Las imágenes satelitales provistas por el LART para la realización del trabajo se describen en la Tabla1.

Tabla1. Imágenes del satélite Landsat 5 TM

Path	Row	Fecha	Bandas	Formato
230	76	20/03/1989	3 bandas (3, 4 y 5)	Erdas Imagine
230	77	20/03/1989	7 bandas	Fast Format 4
228	79	19/03/1988	7 bandas	Fast Format 4

Figura 1. Área de estudio

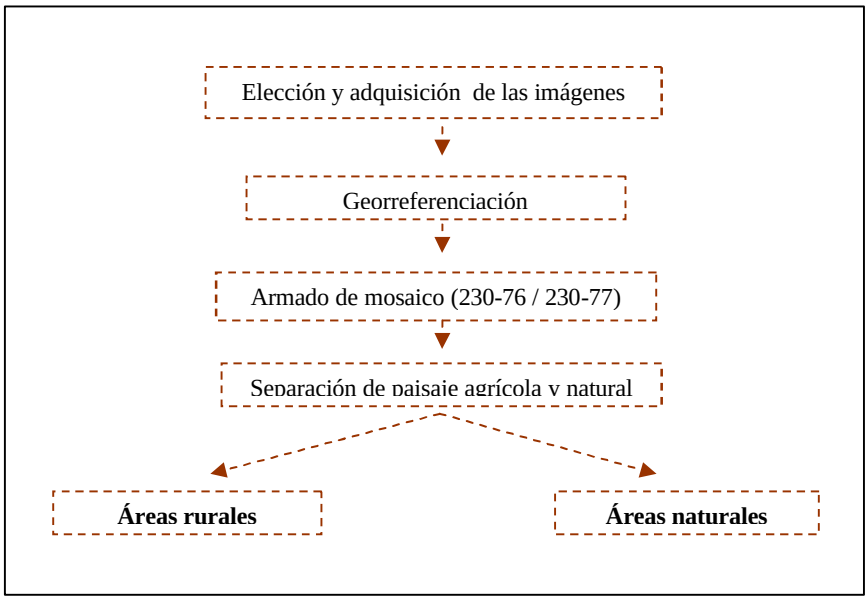


En términos generales, se abordó el problema por aproximaciones sucesivas. En una primera instancia se separó el ambiente en dos grandes clases (natural y agrícola). Seguidamente, a cada una ellas se les realizaron clasificaciones no supervisadas a fin de poder sintetizar el paisaje (continuo) en 25 clases. Estas clases espectrales se asignaron a clases temáticas de acuerdo a una leyenda preconcebida. El análisis digital realizado ayudó realizar la última etapa de fotointerpretación o análisis visual. A continuación se describe de manera pormenorizada el trabajo desarrollado.

2.1. Preparación:

Corresponde al conjunto de tareas necesarias para acondicionar las imágenes satelitales, para realizar el análisis propiamente dicho (Fig.2). Todas las tareas de procesamiento de imágenes tanto en la etapa de preparación como en las subsiguientes, se realizó con el software Erdas Imagine 8.3.1. (ESRI, 1996)

Figura 2. Fase preparatoria.



La selección de imágenes tuvo una fuerte restricción debido a la disponibilidad de las mismas en los medios proveedores locales (CONAE, INPE). Tal restricción hizo que el estudio se realizara a partir de las únicas escenas disponibles en la fecha de estudio, siendo que para la detección de cultivos lo mas apropiado hubiese sido disponer de al menos 2 escenas de diferentes fechas, de manera tal que permitan cubrir la variabilidad fenológica de las especies de interés.

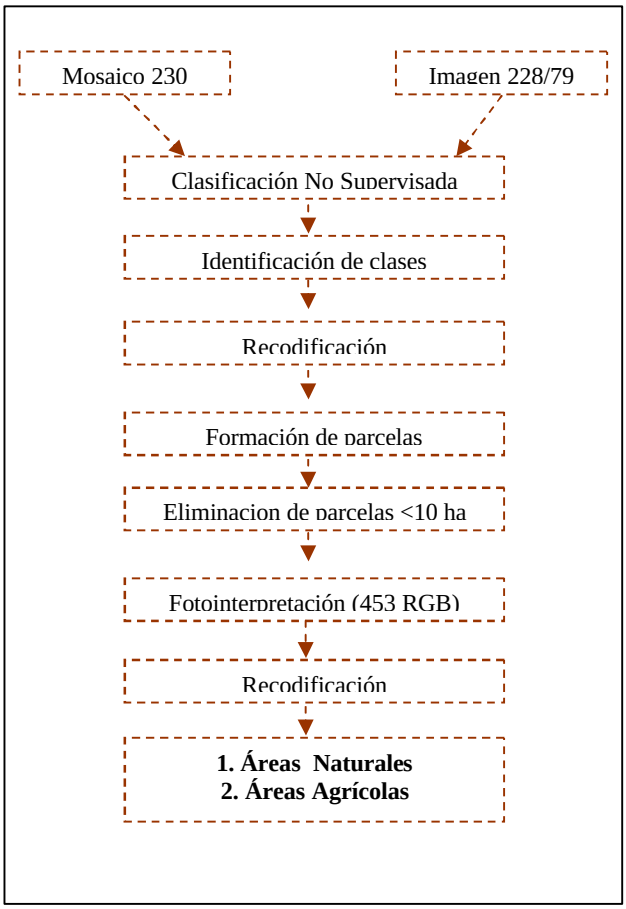
Si bien es recomendable la georreferenciación de imágenes en etapas posteriores (Chuvieco, 1996), se realizó esta etapa para poder confeccionar el mosaico de la faja 230 y facilitar la interpretación visual de las imágenes (fotoiterpretación), por la superposición de información adicional disponible en formato digital (caminos, limites políticos, suelos, vegetación, etc.). Las imágenes fueron georreferenciadas a sistema POSGAR94, en Faja 4. a partir de Carta-Imágen E 1:250.000, (IGM, 2000).

Para armar el mosaico del path 230, se debió realizar una ecualización de los histogramas debido a que las imágenes disponibles provienen de diferentes formatos y número de bandas, por provenir de diferentes fuentes.

Si bien la imagen 230/76 se recibió en formato propietario Erdas (ESRI, 1999), estimamos que la imagen 230/76 proviene de algún formato comprimido (jpg, tiff, Mr Sid) debido a que la calidad de la misma es visiblemente inferior a la 230/77. Esta última fue adquirida en formato original (Fast Format). Finalmente el mosaico 230/76-230/77 quedó constituido por tres bandas (3,4,5).

La separación del paisaje natural del paisaje agrícola, se realizo siguiendo la rutina descripta en la figura 3. La Clasificación No Supervisada (algoritmo ISODATA), se realizó con los siguientes parámetros: 25 clases y coeficiente de convergencia de 0.95.

Figura 3. Separación de Ambientes Naturales y Agrícolas

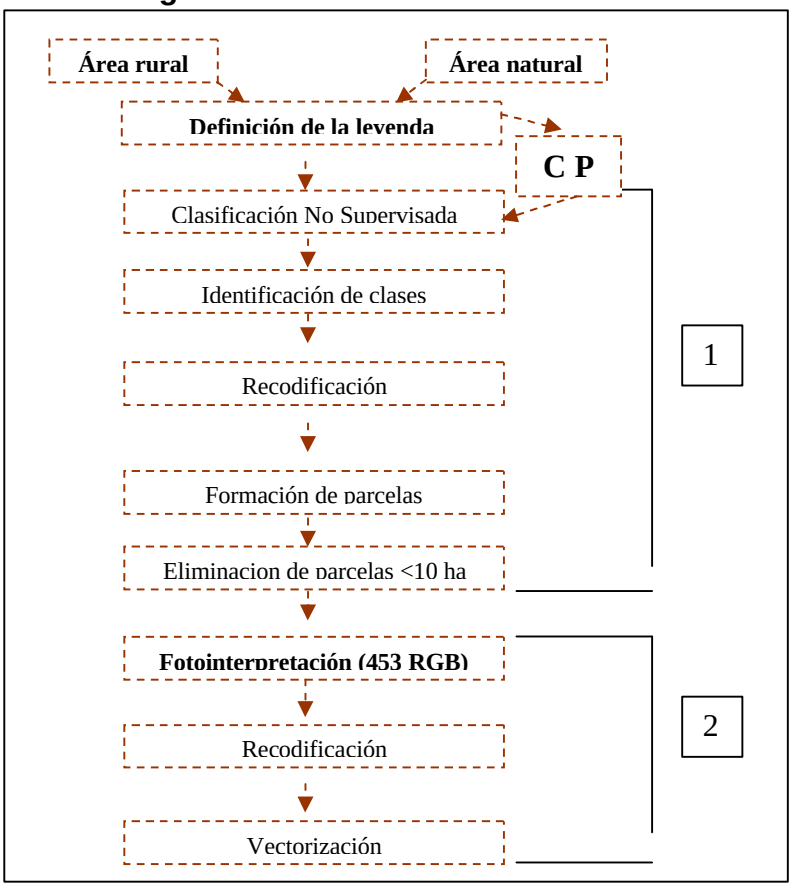


2.2. Análisis:

Con el mapa de áreas agrícolas y naturales se creó una máscara sobre las imágenes de trabajo con la finalidad de "cortarlas" para reducir la variabilidad ambiental. De esta manera se evitó la confusión de clases entre cultivos y vegetación natural.

Las imágenes cortadas se procesaron de acuerdo la secuencia descripta en la Figura 4. Esta secuencia se realizó de manera independie para cada una de escenas (mosaico 230 e imagen 228/79) y para cada una de las áreas (agrícola y natural). De esta forma se originaron 4 secuencias de trabajo paralelas.

Figura 4. Fase de análisis.



En la figura 4 se detalla la leyenda establecida para el mosaico Las Lajitas – Tartagal (escenas Landsat 230/77 y 230/76). Para las áreas naturales se tomó como referencia la clasificación de unidades fisonómicas establecido por Zapater (1985), adaptada a las restricciones y objetivos del trabajo.

En la figura 5 se describe la leyenda utilizada para Charata (escena 228/79). Para la interpretación de las zonas naturales se utilizó la descripción de las Grandes Unidades de Vegetación y Ambientes del Chaco de Morello y Adámoli, (1974).

La fase de análisis tiene dos etapas sucesivas indicadas con números, en la figura 3. La etapa 1 es la de análisis digital de las imágenes por Clasificación No Supervisada (ISODATA; 25 clases; bandas 3, 4 y 5; coeficiente de convergencia 0,95). Esta permitió la creación de clases espectrales que por recodificación fueron asociadas las clases temáticas de las leyendas detalladas en las Figuras 4 y 5.

En áreas naturales, previo a la Clasificación No Supervisada, se realizó el Análisis de Componentes Principales sobre las bandas 3, 4 y 5, (indicado con CP en la Fig. 3). En estos casos el algoritmo ISODATA se aplicó sobre el 1º, 2º y 3º componente.

Figura 4. Leyenda del mapa de cobertura agrícola y natural de Las Lajitas y Tartagal.

1. Zonas agrícolas
- 1.1. Cultivos
  - 1.1.1. Soja.
  - 1.1.2. Maiz o sorgo.
  - 1.1.3. Poroto.
  - 1.1.4. Caña de azucar.
- 1.2. Otros.
  - 1.1.1. Pasturas - malezas.
  - 1.1.2. Indeterminado.

2. Areas naturales
- 2.1. Selva Montana y Pedemontana.
- 2.2. Cebilar Quebrachal.
- 2.3. Chaco Serrano.
- 2.4. Bosque Semiárido de Llanura, "Quebrachal de dos Quebrachos".
  - 2.4.1. Quebrachal de Colorado y Blanco variante típica.
  - 2.4.2. Quebrachal de paleocauces y bañados.
  - 2.4.3. Quebrachal duraznillal con Palo Santo en áreas deprimidas.
  - 2.4.4. Quebrachal palosantal.
  - 2.4.5. Quebrachal con duraznillares en áreas de escurrimiento.
- 2.5. Comunidades de matorrales y/o arbustales en áreas de derrames.
  - 2.5.1. Bosques ralos de algarrobos y vegetación de madrejones.
  - 2.5.2. Duraznillares en áreas de escurrimiento y quebracho blanco.
  - 2.5.3. Palosantos en bajadas aluviales.
  - 2.5.4. Vinalar con palma en zonas anegadizas y con salinidad.
- 2.6. Vegetación de ribera.
- 2.7. Suelos anegadizos.
- 2.8. Nubes y sombras.
- 2.9. Suelos desnudos.
- 2.10. Agua en ríos y madrejones.

Figura 5. Leyenda del mapa de cobertura agrícola y natural de Charata (Landsat 228/79).

1. Zonas agrícolas
   - 1.1. Cultivos
     - 1.1.1. Soja.
     - 1.1.2. Maíz o sorgo.
     - 1.1.3. Algodón.
   - 1.2. Otros
     - 1.2.1. Suelo agrícola desnudo.
     - 1.2.2. Rastrojos, pasturas implantadas o malezas.
2. Zonas naturales
   - 2.1. Quebrachal de dos quebrachos.
     - 2.1.1. Variante fisonómica 1.
     - 2.1.2. Variante fisonómica 2.
   - 2.2. Quebrachal de tres quebrachos.
     - 2.2.1. Variante fisonómica 1.
     - 2.2.2. Variante fisonómica 2.
   - 2.3. Parques y sabanas
   - 2.4. Pastizales.
   - 2.5. Pastizales inundables.
     - 2.5.1. Pastizales de cañadas.
     - 2.5.2. Pastizales intercañadas.
   - 2.6. Suelos inundables.
   - 2.7. Suelos desnudos.
   - 2.8. Agua en ríos, lagunas y pantanos.

La etapa 2 (figura 3) corresponde a la de fotointerpretación o análisis visual. Para ello se trabajó con la composición de bandas 4, 5 y 3 en RGB. Se dibujaron grillas sobre las imágenes, de manera de dividir las escenas en cuadros de análisis con el fin de ordenar y sistematizar el trabajo.

El reconocimiento de las clases de cultivo descriptas en la leyenda del mosaico 230, se realizó a partir de patrones característicos de color, textura y estructura del paisaje característicos de cada cultivo.

Se revisó el resultado de la clasificación no supervisada y se recodificaron las áreas que a criterio del fotointérprete fueron mal asignadas por el algoritmo ISODATA.

La fotointerpretación fue realizada por personal entrenado a partir de la experiencia desarrollada desde el año 2000 hasta el presente (Volante y otros, 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004).

Los lotes identificados como “poroto” correspondían a suelo desnudo en el momento de la escena (Marzo de 1988). A pesar de ello fueron asignados a la clase poroto por deducción, debido a la alta probabilidades que estos lotes se encuentren recién sembrados o en etapa de emergencia de plantas. En Salta, en el mes de marzo, el poroto es el único cultivo que se encuentra en etapa de siembra. La asociación de suelo desnudo en marzo al cultivo de poroto, ha sido empleada con buenos resultados para evaluar la superficie cultivada Salta y Jujuy. (Volante y otros; op. cit.).

3. Bibliografía:

Adámoli, J.; Neumann, R.; Ratier, A. y Morello, J. 1972. El Chaco aluvional salteño (Convenio INTA-Provincia de Salta). Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA. Serie 3 Vol. IX, Nº 5. 165-237 pp.

Chuvieco, E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones Rialp S.A. Madrid. 568 pp.

ERDAS, Inc. 1997. Erdas Field Guide. Fourth edition, revised an expanded. Erdas, Inc. Atlanta, Georgia. 655 pp.

Morello, J. 1968. La Vegetación de la República Argentina. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del chaco argentino. Primera parte: Objetivos y metodología. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. INTA, Serie Fitogeográfica Nº 8. Buenos Aires. 125 pp.

Morello, J. y Adámoli, J. 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del chaco argentino. Segunda parte: vegetación y ambiente de la Provincia del Chaco. Secretaría de Estado de Agricultura y Ganadería de la Nación. INTA, Serie Fitogeográfica Nº 13. Buenos Aires. 130 pp.

Volante J.,Bianchi A., Paoli H.. 2001. Monitoreo de Cultivos Extensivos del NOA a Partir de Sensores Remotos. Campaña Agrícola 2000-01. INTA EEA Salta. http://www.inta.gov.ar/region/noa/prorenoa/ . 25 p.

Volante J.,Bianchi A., Paoli H., Fernández D. 2002. Monitoreo de Cultivos Extensivos del Noroeste Argentino a Partir de Sensores Remotos. Campaña Agrícola 2001-2002, (Cultivos de verano). INTA EEA Salta. http://www.inta.gov.ar/region/noa/prorenoa/. 23 p.

Volante J., Bianchi A., Paoli H., Fernández D. 2003. Monitoreo de Cultivos Extensivos del Noroeste Argentino a Partir de Sensores Remotos. Campaña Agrícola 2002-2003, (Cultivos de verano). INTA EEA Salta. http://www.inta.gov.ar/region/noa/prorenoa/ . 26 pp.

Volante J., Bianchi A., Paoli H. 2004. Monitoreo de Cultivos Extensivos del Noroeste Argentino a Partir de Sensores Remotos. Campaña Agrícola 2004-2003, (Cultivos de verano). INTA EEA Salta. http://www.inta.gov.ar/region/noa/prorenoa/ . 30 pp.

Zapater de Del Castillo, M. 1985. Esquema fitogeográfico de la Provincia de Salta. Secretaría de Estado de Asuntos Agrarios, Dirección General Agropecuaria. 23 pp.