La Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, algunas aplicaciones en el Uruguay *

La teledetección o sensoramiento remoto se puede definir como "La utilización de sensores para la adquisición de la información sobre objetos o fenómenos sin que exista contacto entre ellos". Estos sensores pueden ser sistemas fotográficos u óptico-electrónicos capaces de registrar en forma de imágenes la energía emitida por objetos distantes y pueden ser montados en diferentes plataformas como aviones, satélites, etc.

La teledetección permite el estudio de los recursos naturales y la vegetación en los sistemas agropecuarios, pudiendo obtener información precisa en tiempo casi-real de la situación del sector. Asimismo, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten el análisis integrado de información de sensores remotos, cartográfica y bases de datos georreferenciadas.

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) a través del Grupo de Riego Agroclima, Ambiente y Agricultura Satelital (GRAS) se encuentra desarrollando aplicaciones con el uso de sensores remotos y SIGs aplicados al uso sustentable de los recursos naturales en el sector agropecuario.

I. Aplicaciones de Sensores Remotos

De acuerdo a la resolución de los sensores empleados las aplicaciones más importantes que el GRAS está desarrollando, se pueden agrupar en dos áreas de estudio:

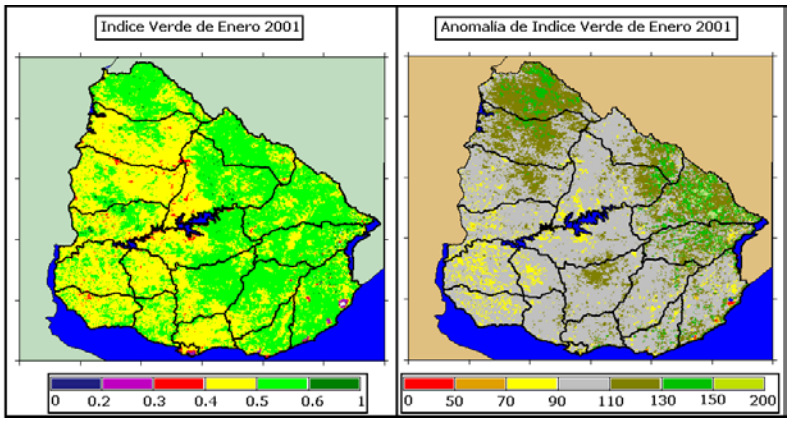
A. Imágenes NOAA-AVHRR

Las imágenes del sensor AVHRR de los satélites NOAA son de baja resolución espacial, 1km x 1km de tamaño medio de píxel, y alta resolución temporal con frecuencia de visita diaria, y permiten realizar estudios a escala de país, departamentos o regiones. Actualmente se procesan las siguientes variables:

1. Indice de vegetación (NDVI):

Se aplica para determinar el estado actual de una superficie con vegetación. Sirve para identificar áreas de vegetación con estrés hídrico y determinar su superficie, así como cuantificar su magnitud.

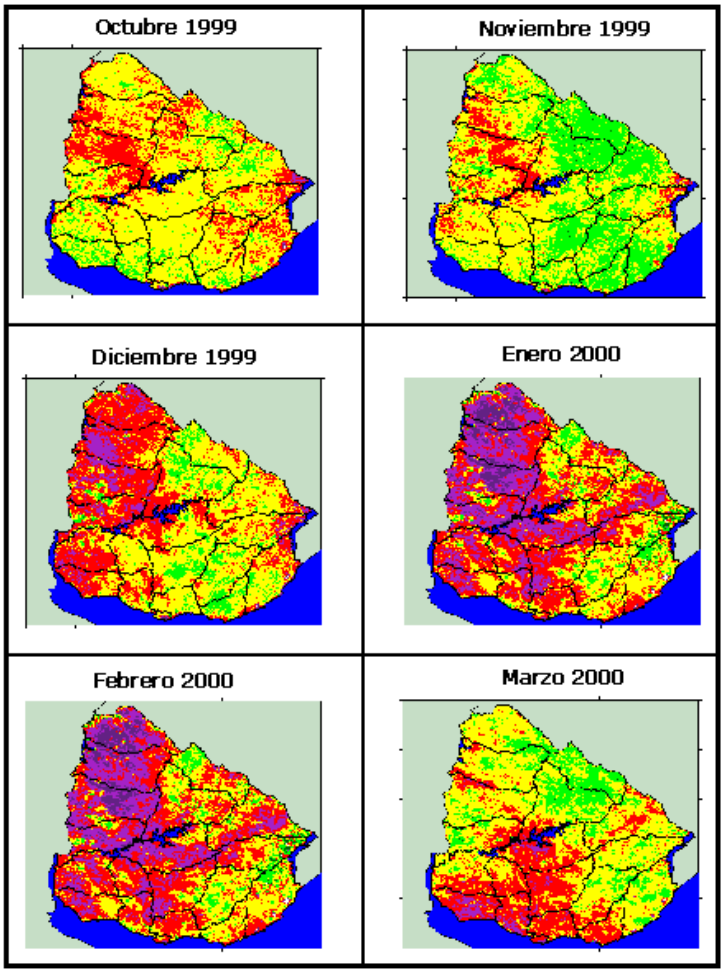
* GRAS, INIA La Estanzuela, Ruta 50 Km. 12, Colonia, Uruguay
Correo electrónico: lasat@le.inia.org.uy Internet: www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima



Se procesan imágenes diarias de este satélite para determinar el estado de la vegetación, y se publica un resumen mensual en la página del GRAS en internet.

La diferencia entre ese valor y el esperado para cada mes se denomina anomalía y se expresa como el porcentaje con respecto a la media de los últimos años.

Referencias: http://inia.org.uy/disciplinas/agroclima/lasat/ndvi.html

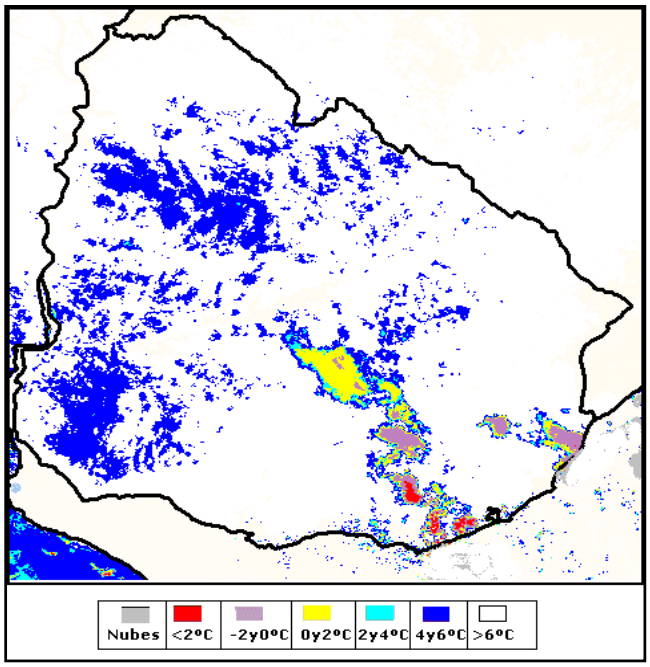


Un ejemplo de la utilización de estas imágenes es el monitoreo de la vegetación que se realizó durante la sequía que se registró en el país durante el verano 1999-2000. En ese momento se pudo observar como evolucionaba la sequía en las diferentes zonas del país.

Una aplicación adicional es la determinación de la actividad de la vegetación en relación con la fijación de carbono por parte de las plantas. Esta herramienta es de suma utilidad para los estudios de balance de carbono a nivel regional

2. Heladas en superficie:

Otra aplicación de este satélite es el monitoreo diario de la temperatura de superficie. Así se determina el impacto de las heladas, haciendo énfasis en las ocurridas temprana y tardíamente, por los efectos de estas sobre los cultivos y pasturas, identificándose las zonas afectadas.

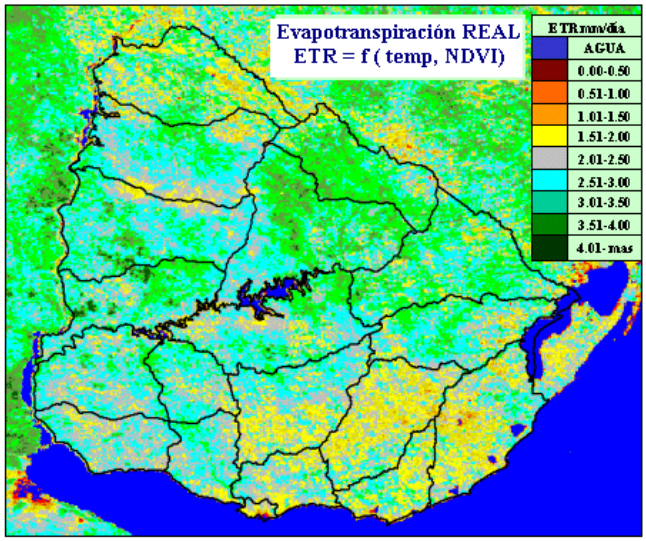


Helada temprana, ocurrida el 28 de marzo de 2000.

Referencia:
http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/heladas/index.html

3. Evapotranspiración:

Combinando el índice de vegetación (NDVI) y la temperatura de superficie se puede calcular la cantidad de agua transpirada por una cobertura vegetal, pudiendo determinarse entonces el balance hídrico de un suelo a escala regional.



Evapotranspiración registrada desde el 22 al 28 de Diciembre de 2000.

Este índice se aplica también para estudios regionales de los recursos naturales en lo que se refiere a determinaciones de el balance de carbono a esta escala.

B. Imágenes LANDSAT 5 y 7

Las imágenes capturadas por los satélites Landsat son de alta resolución espacial, 30 x 30 metros de tamaño medio de píxel, y baja resolución temporal con una frecuencia de visita de cada 7 días. Cada imagen abarca una superficie de 180 por 180 km aproximadamente.

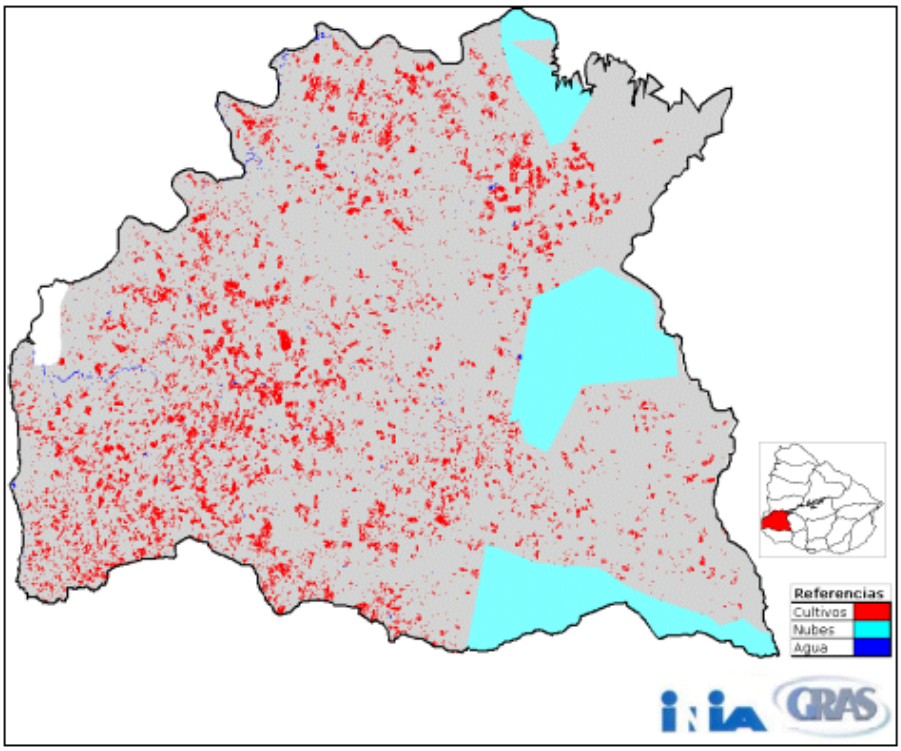
La mayor resolución espacial de este satélite, permite hacer estudios a escala departamental, de secciones policiales, predios y de pequeñas unidades productivas en particular. En la actualidad, el GRAS procesa las imágenes recibidas para:

1. Uso del recurso suelo:

Se aplica para determinar el uso del suelo discriminando: área con cultivos, áreas con forestación, tierra laboreada, área de pastizales nativos, etc. Sirve para cuantificar estas áreas, identificar su posición geográfica y estimar su productividad y variabilidad espacial.

Algunos ejemplos de estos estudios son la determinación del área ocupada por cultivos de invierno y la determinación del área ocupada por el cultivo de arroz en la cuenca del río Cuareim en el departamento de Artigas.

a) Determinación del área ocupada por cultivos de invierno:



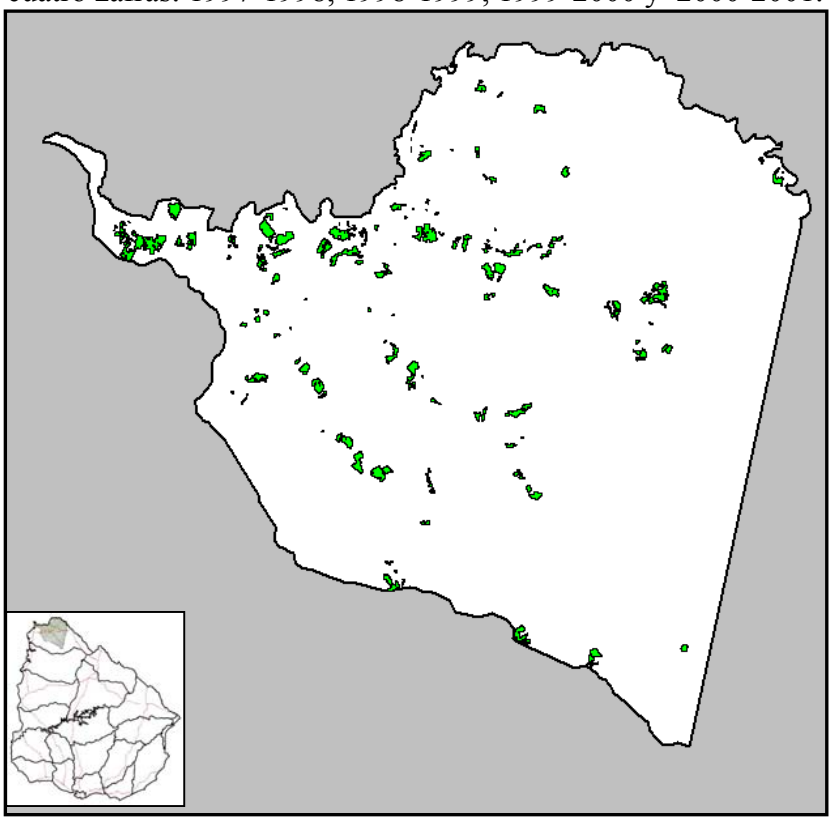
Cultivos de Invierno de la Zafra 2000 del Departamento de Soriano.

Para las zafras 1999 y 2000 se realizó el estudio del área ocupada por cultivos de invierno para los departamentos de Río Negro, Soriano y Colonia (Litoral Oeste).

Referencias:
http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/sistemas/cult_inv_2000.ppt

b) Determinación del área ocupada por el cultivo de arroz en la cuenca del río Cuareim

Se realizó el estudio del área ocupada por el cultivo de arroz en la cuenca del río Cuareim para cuatro zafras: 1997-1998, 1998-1999, 1999-2000 y 2000-2001.



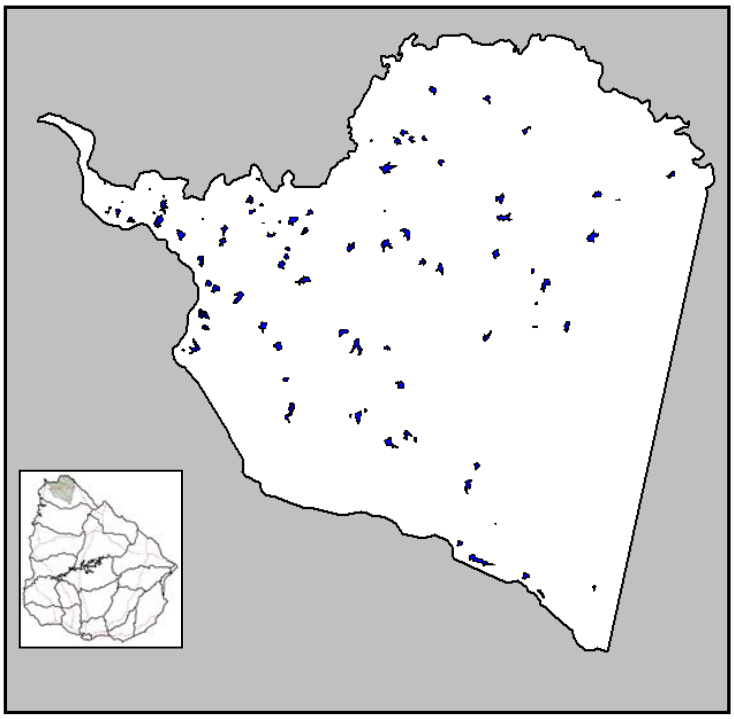
Chacras de arroz de la zafra 2000-2001 de la cuenca del río Cuareim

Como resultado de estas determinaciones se obtienen dos productos, el área ocupada por un cultivo en una determinada zona y la ubicación de las chacras en un mapa. Esto permite estudiar la intensidad de uso agrícola de los suelos destinados a cultivos. También permite el estudio combinado de esta información con información de suelos, variables climáticas, etc. que se encuentren georreferenciadas, permitiendo hacer distintos tipos de estudios, como determinar en que tipos de suelos se están realizando los cultivos.

Otra aplicación de este estudio es evaluar el impacto del uso de la tierra sobre los recursos naturales, ya que es posible, por ejemplo, relacionar un problema en una determinada cuenca a la intensidad en el uso del recurso suelo y/o agua en la misma.

2. Determinación del uso de recursos naturales:

Estas imágenes permiten realizar un monitoreo de los recursos naturales, como por ejemplo del estado de las reservas de agua en represas, de la calidad de agua para riego, o para detectar y cuantificar deforestación de monte nativo. Otros usos se relacionan a la determinación de áreas inundadas y su monitoreo.



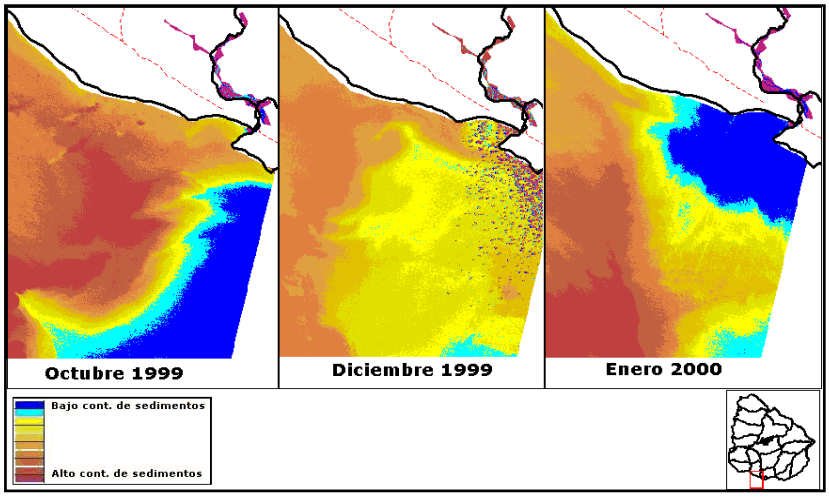
Represas localizadas en la cuenca del río Cuareim en Agosto del 2000.

En el estudio realizado para la cuenca del río Cuareim, se cuantificó también la evolución del área ocupada por represas y el número de estas durante las cuatro zafras relevadas (1997 al 2001).

Este tipo de estudio permite cuantificar las reservas de agua para cultivos irrigados (por ej. Arroz) o regionalizar problemas de almacenamiento de agua a nivel predial y/o departamental.

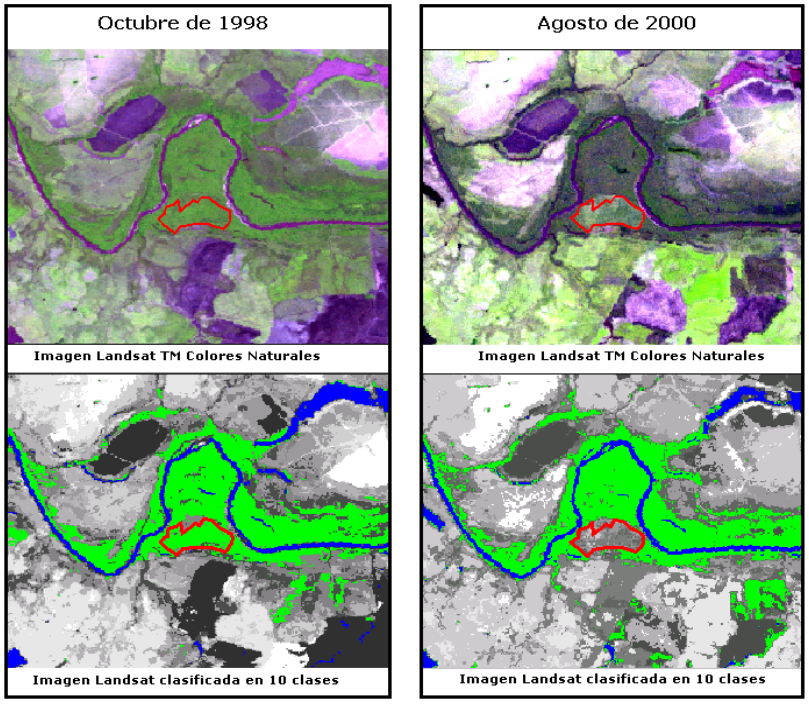
Asimismo, el estudio multitemporal de las reservas de agua es también una excelente herramienta para el monitoreo y control de los recursos hídricos con fines sociales y para el uso sustentable de los recursos naturales como por ejemplo el mantenimiento de la biodiversidad y cursos de agua.

Otra aplicación es el estudio de la calidad de agua en el Río de la Plata. Durante el período de sequía en el verano 1999-2000 se realizó un monitoreo de sedimentos y agua oceánica en el área de la desembocadura del río Santa Lucía en el Río de la Plata.



Este tipo de monitoreo de calidad de agua para riego en zonas próximas a las desembocaduras de ríos en aguas salinas, permitiría evitar problemas de salinización de cultivos bajo riego.

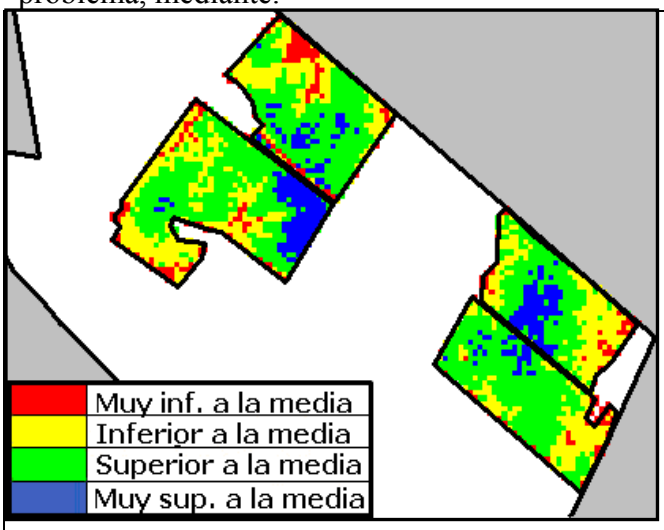
El estudio multitemporal de este tipo de imágenes, permite también evaluar la evolución de los recursos naturales no renovables como los recursos forestales nativos.



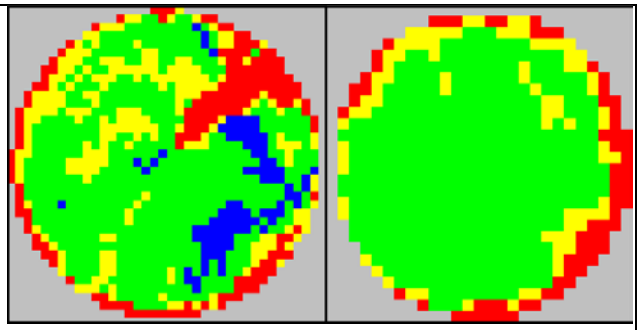
En la figura se presenta un ejemplo de monitoreo de deforestación de monte nativo en una zona ubicada en el río Cuareim. La zona enmarcada con color rojo sería el área deforestada, con una superficie aproximada de 75 ha.

3. Estudios de variabilidad

Se aplica para determinar la variabilidad a nivel predial e identificar y localizar áreas con diferentes problemas. Es posible identificar la zona de estudio y determinar la causa del problema, mediante.



Ejemplo de índice verde de chacras de cultivo de trigo. Este índice, al igual que para pasturas, refleja el estado de la vegetación, lo que permite diferenciar zonas de acuerdo al estado del cultivo



Ejemplo de índice verde de chacras de maíz bajo riego con sistema de pívot central.

II. Sistemas de información geográfica (SIG)

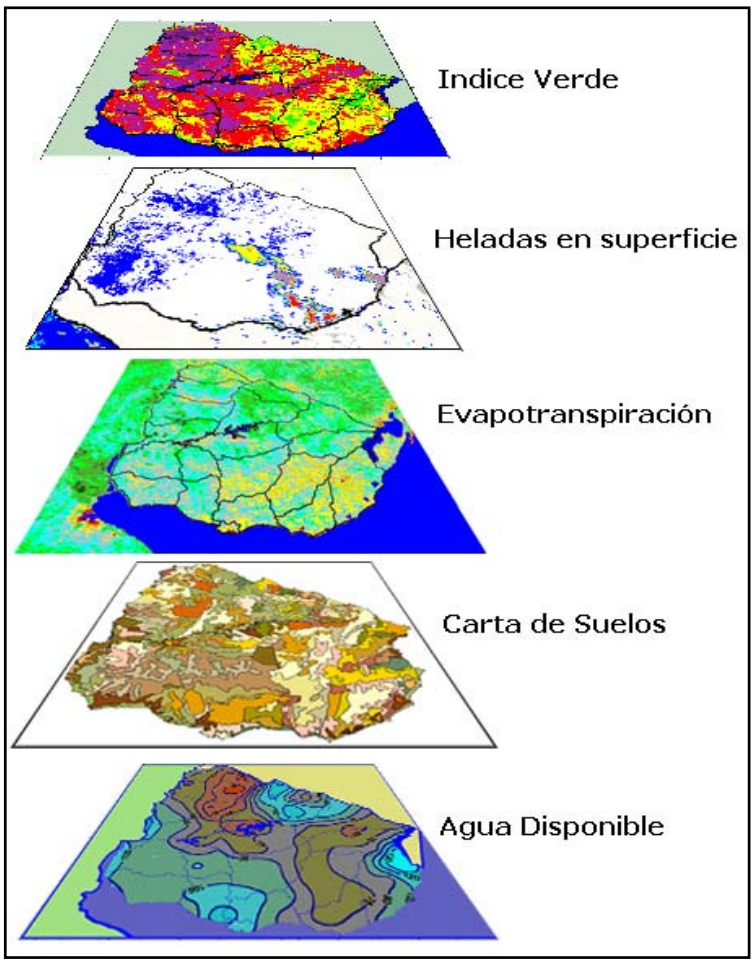
Los SIGs son una herramienta que permiten analizar, buscar y mapear datos con ubicación geográfica precisa. Combinan capas de información de un lugar para lograr un mejor entendimiento del mismo y ayudan al proceso de toma de decisiones. Las capas de información a utilizar dependen del propósito del estudio.

Esta herramienta además permite integrar la tecnología GPS (Sistema de Posicionamiento Global), que facilita la ubicación de diferentes puntos de interés para complementar los estudios con datos de campo.

Permite análisis multi-temporales y espaciales, pudiendo realizar estudios de cambios en los recursos naturales, mapear condiciones anteriores y posteriores a una acción especifica y determinar el impacto de la misma sobre un área de estudio.

A. El SIG a escala nacional

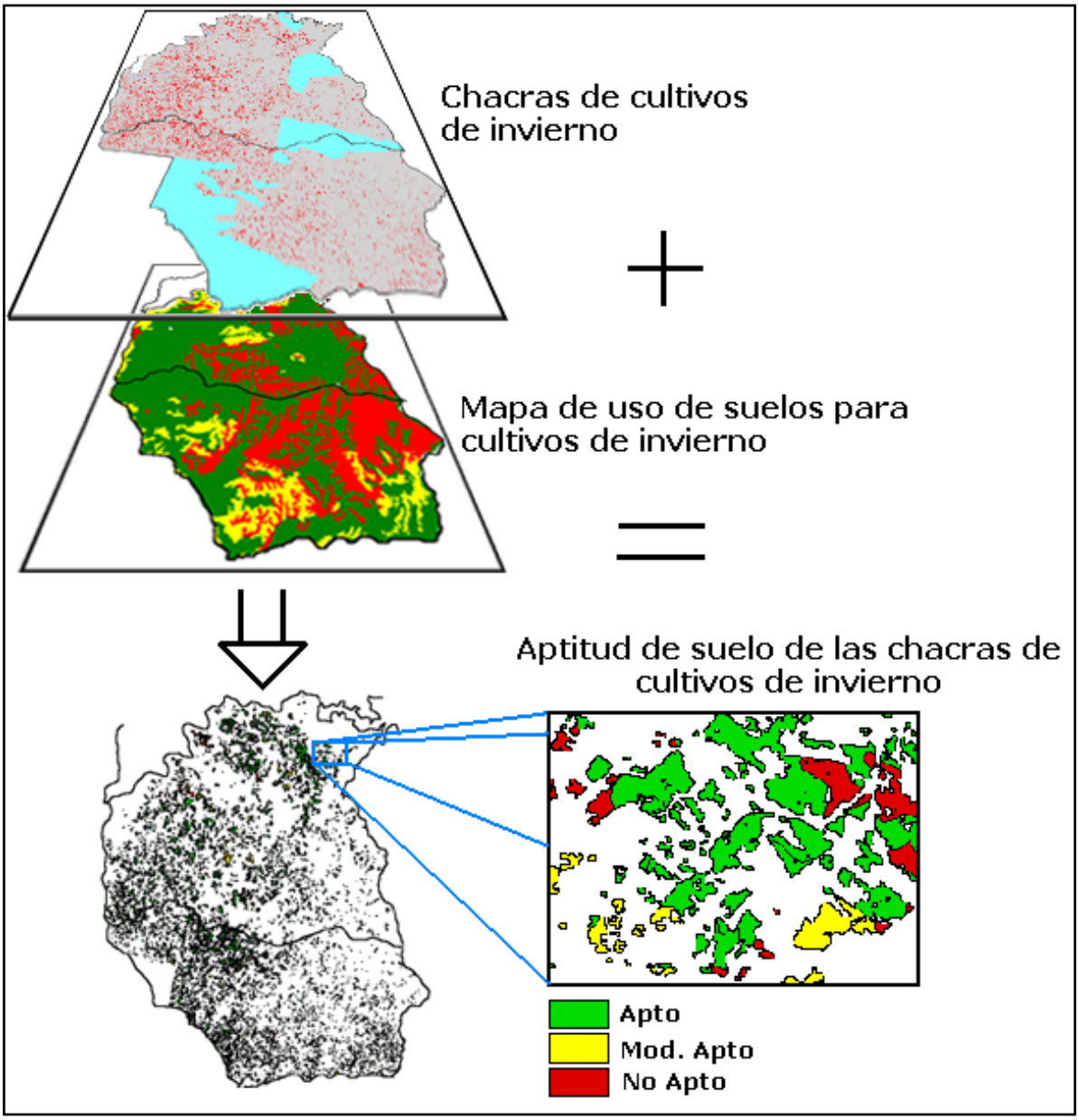
El GRAS realiza estudios de la vegetación a nivel del país, analizando capas de información de diversas fuentes, a saber:



a) procedentes de sensores remotos (satélite NOAA) como el Indice de Vegetación (NDVI), la temperatura de la superficie, la evapotransipiración.
b) información cartográfica como limites politicos, caminos y carreteras, la Carta de Suelos del Uruguay,
c) datos de producción de pasturas, agroclimáticos, etc.

B. El SIG a escala departamental

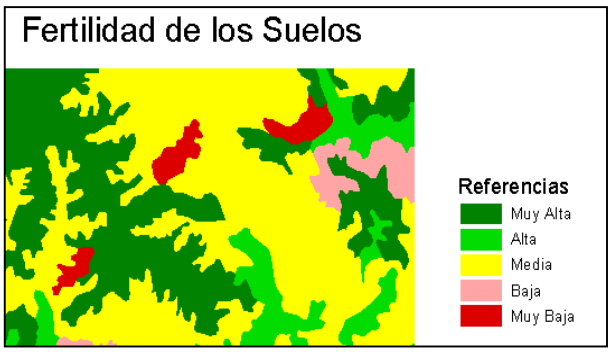
Para estudios a escala departamental el GRAS utiliza las imágenes de los satélites Landsat por su mayor resolución espacial.

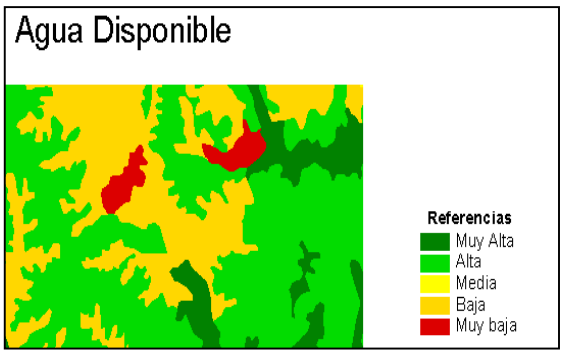


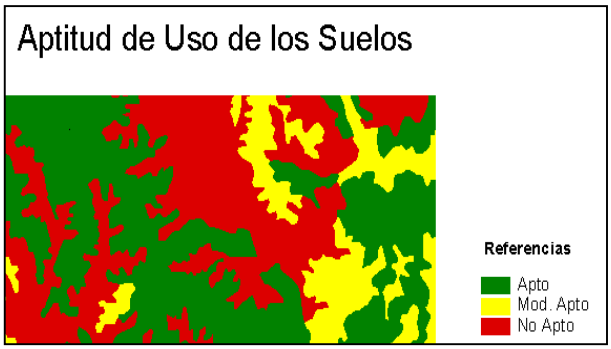
Por ejemplo, para los departamentos de Soriano y Colonia se realizó un mapa de Aptitud de uso de los suelos para cultivos de invierno, combinando el Mapa de uso de suelos con el área ocupada por cultivos de invierno. De esta manera se logró clasificar y cuantificar el área ocupada con cultivos de invierno según la aptitud de los suelos.

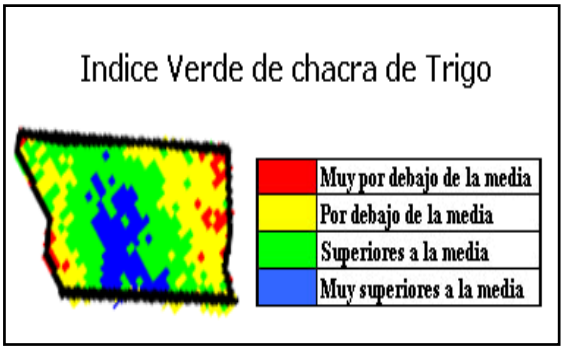
C. El SIG a nivel de chacra

De la misma manera, con el SIG se analizan datos dentro de un predio, como datos de suelo, de manejo y del cultivo, que explican la variabilidad en los rendimientos dentro de una chacra.









Como ejemplo para una chacra de trigo se combinaron los datos de fertilidad de suelos, aptitud de uso, agua disponible, uso previo y manejo del cultivo con el Indice Verde de ese cultivo. Esto permitió analizar la variabilidad en rendimiento dentro de esa chacra.

III. Conclusiones

El uso combinado de la teledetección y los sistemas de información geográfica representan una potente herramienta para el manejo integrado de los recursos naturales y los sistemas de producción agropecuarios racionalizando el uso de los mismos.

Asimismo permiten el estudio objetivo del impacto de las tecnologías sobre el medio ambiente de manera periódica, rápida y económica.