

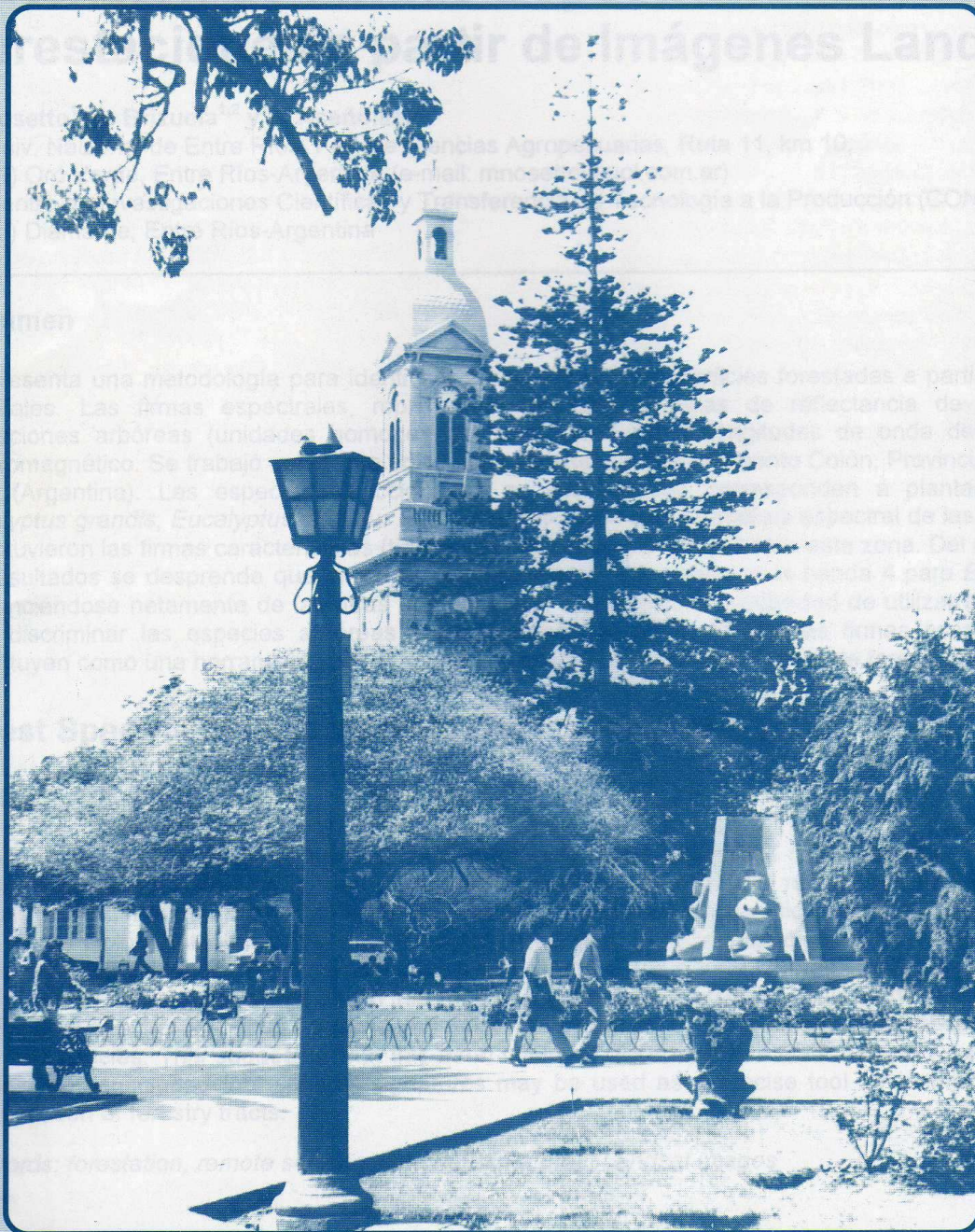
ISSN 0716-8756



# INFORMACION TECNOLOGICA

REVISTA INTERNACIONAL

## SEPARATA



Plaza de Armas, La Serena - Chile



---

# Obtención de Firmas Espectrales en Forestaciones a partir de Imágenes Landsat

M. Nosoetto<sup>1</sup>, A. Brizuela<sup>1,2</sup> y P. Aceñolaza<sup>1,2</sup>

(1) Univ. Nacional de Entre Ríos, Fac. de Ciencias Agropecuarias, Ruta 11, km 10,

(3101) Oro Verde, Entre Ríos-Argentina (e-mail: mnosoetto@uol.com.ar)

(2) Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CONICET),

(3105) Diamante, Entre Ríos-Argentina

---

## Resumen

Se presenta una metodología para identificar y cuantificar las superficies forestadas a partir de datos satelitales. Las firmas espectrales, representan las características de reflectancia de diferentes formaciones arbóreas (unidades homogéneas) para las distintas longitudes de onda del espectro electromagnético. Se trabajó sobre una típica zona forestal del Departamento Colón, Provincia de Entre Ríos (Argentina). Las especies seleccionadas en este estudio corresponden a plantaciones de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus globulus* y *Pinus elliottii*. Mediante el análisis espectral de las imágenes se obtuvieron las firmas características (típicas) de cada especie forestal para esta zona. Del análisis de los resultados se desprende que la mayor respuesta espectral ocurre en la banda 4 para *E. Grandis*, diferenciándose netamente de las otras dos especies. Esto indica la posibilidad de utilizar esta banda para discriminar las especies arbóreas seleccionadas. Se concluye que las firmas espectrales se constituyen como una herramienta precisa para la identificación y diferenciación de forestaciones.

## Forest Spectral Signatures from Landsat Images

### Abstract

A new methodology is presented to identify and quantify forest plantations using satellite images. The spectral signatures technique is used. Spectral signatures represent the reflectance of the arboreal stratum (homogeneous units) at different wavelengths of the electromagnetic spectrum. This work was done at the Colon district in Entre Rios Province (Argentina). Species selected for this study included plantations of *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus globulus* and *Pinus elliottii*. Characteristic (typical) images were obtained for each forest species in this zone using spectral analysis. Analysis of the results showed that the best spectral response occurred in band 4 for *E. grandis*, which is clearly differentiable from the other two species. This suggested that this band could be used to differentiate between selected tree species. It is concluded that spectral signatures may be used as a precise tool for identification and differentiation of forestry tracts.

**Keywords:** forestation, remote sensing, spectral signatures, Landsat images



## INTRODUCCIÓN

Las condiciones demográficas del planeta han impuesto una degradación del ecosistema natural, introduciendo condiciones que requieren optimizar la utilización de los recursos naturales con el objeto de sustentar el desarrollo socioeconómico que demanda el crecimiento poblacional (Gilpin, 1997).

Entre los recursos naturales que inciden sobre la calidad de la vida humana está el recurso forestal. Los aportes al bienestar humano son variados contribuyendo desde la producción de madera para construcción de viviendas, muebles, embarcaciones, durmientes o celulosa. Otros productos no maderables que aportan, son las resinas, taninos, corcho, gomas, forrajes, nueces, miel, esencias entre otros. De forma indirecta las forestaciones actúan sobre el medioambiente con efectos protectores (de cuencas e instalaciones o construcciones, del ganado, de cultivos); para el control de la erosión, fijación de dunas, mejoramiento y recuperación ambiental.

La costa del río Uruguay en la provincia de Entre Ríos (República Argentina) presenta características climáticas y edáficas que hacen que esta zona sea propicia para la actividad forestal. Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA, 2001) el número de hectáreas forestadas en la provincia es de 81.000, de las cuales 71.600 ha corresponden a especies del género *Eucalyptus spp* y 9.500 ha a especies del género *Pinus spp*. El incremento anual de superficie implantada es cercano a 4.000 ha. En virtud del gran potencial que tiene la forestación en esta provincia, se ha convertido en un importante factor de desarrollo y crecimiento regional, aportando el 1,3% al PIB interno provincial (Riegelhaupt *et al.*, 2001).

Dada la importancia de este recurso, es fundamental contar con información actualizada acerca de la cantidad y localización, lo cual permitirá una mejor planificación y gestión de las actividades humanas. La teledetección es una herramienta adecuada para la ubicación, cuantificación y evaluación de cambios temporales de las masas forestales, en forma rápida y económica, pero necesita lograr cierto grado de exactitud. Uno de los problemas más importantes en la utilización de los datos multi-espectrales, es la identificación de patrones y consecuentemente la clasificación sin confusión (Brizuela *et al.*, 2000a).

La técnica utilizada en el presente trabajo, toma en cuenta que las diferentes superficies presentan diferente reflectancia de la radiación electromagnética, según la banda (rango de longitud de onda). El patrón de respuesta es característico, por lo tanto, para una cobertura determinada y en un momento específico. Así, para obtener clasificaciones con un bajo nivel de error es necesario conocer previamente las firmas espectrales ya que esto permitirá diferenciar cuales son las bandas que presentan mayor discriminación entre las distintas coberturas.

Desde el comienzo del manejo de las imágenes satelitales, una de las técnicas más utilizadas para extrapolar y validar datos de cobertura boscosa en grandes regiones, es la de determinar la relación entre la cobertura forestal y su firma espectral característica (Iverson *et al.*, 1989; 1994). Posteriormente la técnica fue aprovechada exitosamente en otras líneas de trabajo como estimar clorofila en aguas continentales (Yew Ong *et al.*, 2002), o estimar volumen, crecimiento y productividad de plantaciones forestales (Fazkas y Nilsson, 1996; Kaetsch y van-Laar, 2002).

En Argentina la técnica de diferenciación de unidades por medio del uso de sus reflectancias típicas ha sido utilizada para clasificar pasturas y pastizales naturales (Paruelo y Golluscio, 1994), relevar las superficies ocupadas por ellas (Mercuri *et al.*, 1995-96) y también para diferenciar montes forestales en la provincia de Corrientes (Kurtz y Liegier, 2000). Brizuela *et al.* (2000b) encontraron que la mejor discriminación entre las clases 'soja', 'rastrojo', 'campo natural', 'pradera' y 'suelo' se logra utilizando las bandas 3, 4 y 5 del satélite Landsat 7.

El objetivo de este trabajo es conocer la respuesta espectral, de plantaciones de *Eucalyptus spp.* y *Pinus spp.* en el departamento Colón, provincia de Entre Ríos y establecer las firmas espectrales que discernan con exactitud dichas plantaciones para lograr clasificaciones confiables y de bajo error.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

El área de trabajo corresponde al departamento Colón, Provincia de Entre Ríos (Argentina). Este departamento posee una superficie de 2754 km<sup>2</sup> y se encuentra ubicado al este



de la provincia entre los 58° y 58,7° de longitud oeste y entre los 31,7° y 32,4° de latitud sur.

El área posee un clima templado húmedo de llanura. La temperatura media anual es de 18,5 °C. La precipitación (Pp) media anual para la zona se ubica en los 1100 mm, registrándose en el periodo que abarca desde octubre a abril más del 70 % del total anual. La evapotranspiración potencial (ETP) se ubica entre 900 y 950 mm /año, lo cual determinaría un exceso anual (Pp-ETP) del orden de los 150 a 200 mm. Los meses de enero, febrero, diciembre y noviembre, son los meses con problemas de déficit hídrico (Rojas y Saluso, 1987).

La costa del río Uruguay posee una asociación de suelos arenosos rojizos y suelos arenosos pardos con características muy variables a corta distancia. Los mismos se disponen en una franja irregular, paralela a la costa del río, en un ancho que varía aproximadamente de 2 a 30 Km. Hacia el oeste el porcentaje de arena va disminuyendo y aumentando el de arcilla, determinando la aparición de suelos molisoles y vertisoles (INTA, 1974).

Los suelos arenosos rojizos pertenecen al orden de los entisoles y se caracterizan por ser muy aptos para la implantación de citrus y para la forestación con pinos y eucaliptos. Los suelos arenosos pardos, llamados mestizos, tienen horizontes superficiales muy arenosos, pardos a pardos oscuros que yacen sobre materiales densos, muy poco permeables y penetrables. Estos suelos se encuentran a continuación de la franja de arenosos rojizos. Cuando la proporción de sedimentos lacustres es baja estos suelos se caracterizan por tener una amplia gama de sistemas de utilización, considerándose dentro de los mejores para citrus y forestación con pinos y eucaliptos, incluso más aptos que los arenosos rojizos por su mayor fertilidad y capacidad de retención de agua; mientras que cuando los sedimentos lacustres se encuentran en mayor proporción su aptitud para citrus y pinos se reduce y aumenta para cultivos de cosechas y pasturas (INTA, 1974).

La vegetación de la región se caracteriza por presentar dos ambientes contrastantes, uno cercano a los cursos de agua y otro de tierras altas. Sobre el río Uruguay y sus afluentes, se encuentra la prolongación de la Provincia Paranaense, distrito de las Selvas Mixtas (Cabre-

ra, 1976). Esta se presenta como una faja angosta formando selva en galería a lo largo de los ríos. Esta es una zona rica en especies de filiación tropical.

El área que corresponde a tierras altas, está representada por la vegetación de la Provincia Fitogeográfica Pampeana. La vegetación predominante de esta provincia es la estepa o pseudo-estepa de gramíneas, pero debido a que sus suelos han sido dedicados desde muchos años a la agricultura y ganadería, es poco lo que queda de su vegetación originaria, que solo persiste junto a las vías férreas o en campos abandonados durante varios años.

#### *Datos de satélite y cartografía*

Se trabajó con dos imágenes correspondientes al satélite Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+) del 30 de agosto de 2000 y 21 de enero de 2001, provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, con un nivel de corrección 5. Estas imágenes corresponden a la órbita 225 escena 082, se extrajo una ventana de las mismas de manera tal que cubrieran íntegramente al departamento Colón. En este trabajo se utilizaron tres bandas del visible (bandas 1, 2 y 3), una del infrarrojo cercano (banda 4) y dos del infrarrojo medio (banda 5 y 7).

Se utilizaron cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) en escala 1:100.000 para la georreferenciación de las imágenes satelitales. Las cartas empleadas fueron: Arroyo Barú (3157-31), Jubileo (3160-36), Gobernador Urquiza (3360-06), Colón (3357-01), Concepción del Uruguay (3357-07) y Basavilvaso (3360-12).

#### *Trabajo de campo*

Se utilizaron los datos de un muestreo aleatorio, realizado para un trabajo anterior, en el cual fueron seleccionados 174 lotes. 4 de los cuales correspondían a *Eucalyptus globulus*, 3 a *Pinus elliottii* y 42 a *Eucalyptus grandis*. De los últimos, 15 estaban recién implantados, con rebrote o con plantas de pequeño porte, por lo tanto no fueron incluidos en el análisis. Se decidió excluirlos debido a que los estadísticos, de los valores de reflectancia, no ofrecían una buena diferenciación con otras coberturas como pastizales naturales y suelos desnudos. Los 125 lotes restantes no tenían ocupación de plantaciones forestales.



### Trabajo de laboratorio

Se trabajó con imágenes de dos épocas del año, invierno y verano, por lo tanto hay diferentes factores que deben considerarse antes de obtener las firmas espectrales. Los aspectos a tener en cuenta son ángulo solar, estado atmosférico, envejecimiento del sensor, ya que al variar producen diferente respuesta espectral aún en aquellos elementos que no se modifican en ambas épocas del año. A efectos de obtener firmas espectrales comparables y que sean de utilidad independientemente del momento en el que se obtienen las imágenes, se hace necesario asegurar que las variaciones de la reflectancia respondan solo a cambios en las propiedades físicas o químicas de los elementos. Por ejemplo no deben esperarse variaciones en la respuesta en los cuerpos de agua clara o transparente (lagunas, tajamares) con cierta profundidad.

Algo similar ocurre en suelo desnudo seco, o en menor medida en áreas urbanas con edificación densa. Un procedimiento de homogeneización trata de asegurar que estos elementos, en las dos fechas, presenten la misma respuesta. La técnica consiste en aplicar correcciones de estado del sensor, ángulo solar, atmosféricas y una transformación de valores, de una imagen con respecto a la otra, mediante una regresión entre píxeles que no sufren modificaciones en el año (roca, agua clara, arena seca, suelo desnudo seco).

Al adquirir imágenes con un nivel 5 de correcciones se asume que todas estas fuentes de variación han sido removidas. Para corroborarlo se realizó un análisis de regresión entre las dos imágenes utilizando zonas de muestreo cuya reflectancia se mantendría invariable en las dos fechas consideradas.

Sobre las imágenes disponibles se realizaron composiciones en Falso Color Compuesto (FCC) para obtener una mejor visualización del terreno bajo estudio. A partir de las imágenes en FCC se digitalizaron los polígonos de muestreo para las distintas plantaciones. Luego se crearon las firmas espectrales de los 49 lotes.

Se graficaron las mismas y se analizaron estadísticamente para determinar si había diferencias entre especies, bandas y fechas.

Los datos no presentaban normalidad estadística por lo que se decidió la aplicación de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para comparar las diferencias de medias, de las tres clases, en todas las bandas.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó la homogeneización de las imágenes se realiza antes de la obtención de las firmas espectrales.

En este trabajo al efectuar la regresión entre grupos de píxeles que corresponden a elementos de superficie que no cambian sus propiedades de ambas fechas, se observó que la relación es una recta con pendiente cercana a uno y su origen aproximadamente cero, lo cual está indicando que las imágenes presentan una homogeneización adecuada y por lo tanto los posteriores análisis fueron efectuados sobre las dos imágenes como fueron adquiridas procediendo solamente a su georreferenciación.

En la tabla 1 se presenta la respuesta espectral media de las tres especies para la imagen de agosto y para las siete bandas. Se observa que no existen diferencias significativas entre ninguna de las especies para las bandas 1, 2 y 5, mientras que en la banda 4, *E. grandis* presenta una respuesta superior diferenciándose de las otras dos especies.

En la tabla 2 se observa la respuesta espectral media de las tres especies para la imagen de enero y para las siete bandas. En este caso se encontraron diferencias significativas en las bandas 1 a 4. *E. globulus* presentó la mayor respuesta en las bandas 1 a 3, mientras que en la banda 4 la mayor respuesta correspondió a *E. grandis*, ocurriendo algo similar que en la imagen de Agosto y coincidiendo con otros autores como Kurtz y Lieger (2000).

Esto estaría indicando la posibilidad de utilizar esta banda para discriminar *E. grandis* de las otras dos especies.

En las bandas 1, 2 y 3 se observa, aunque no sea estadísticamente significativa, una menor reflectancia de *E. grandis* con respecto a *E. globulus* y *P. elliotii* en las dos fechas analizadas. Esto podría deberse a que en estas bandas existe un efecto importante de los pig-



Tabla 1: Respuesta espectral media de *E. grandis*, *E. globulus* y *P. elliotii* en agosto 2000 y resultados de la prueba de comparación de medias de Kruskal Wallis. Misma letra indica que no hay diferencias significativas  $\alpha=0,05$

Agosto	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
<i>E. grandis</i>	36.10 a	16.13 a	14.25 a	201.16 a	57.57 a	24.64 a
<i>E. globulus</i>	41.49 ab	28.01 ab	31.26 b	104.55 b	68.16 ab	44.24 b
<i>P. elliotii</i>	41.42 ab	24.99 ab	18.22 a b	107.88 b	38.61 ab	24.30 a b

Tabla 2: Respuesta espectral media de *E. grandis*, *E. globulus* y *P. elliotii*. en enero 2001 y resultados de la prueba de comparación de medias Kruskal Wallis. Misma letra indica que no hay diferencias significativas  $\alpha=0,05$ .

Enero	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 7
<i>E. grandis</i>	28.75 a	25.34 a	17.59 a	199.40 a	93.16 a	42.94 a
<i>E. globulus</i>	47.39 b	42.45 b	35.51 b	136.21 b	103.1 ab	59.56 ab
<i>P. elliotii</i>	36.38 ab	34.70 ab	21.44 ab	129.63 b	75.16 ab	42.81 ab

mentos de las hojas y por tanto la mayor cobertura del suelo que presentaba *E. grandis* en relación a las otras dos especies, determinaría una mayor absorción de la energía incidente y por lo tanto una menor reflectancia. Esta característica de la respuesta, con valores bajos en las bandas del visible y más altos en el infrarrojo cercano es similar a la encontrada por Yew Hoong *et al.* (2002), quienes encontraron que la banda 4 (infrarrojo cercano) es la que mejor correlación produce cuando se mide la clorofila presente en sistemas litorales marinos cercanos a Singapur

En las figuras 1 y 2 se presentan las gráficas de las firmas espectrales de las tres especies en las dos fechas consideradas.

Cuando se comparó la respuesta de una misma especie en las dos fechas consideradas se observó, en las tres especies, una mayor respuesta espectral en enero con res-

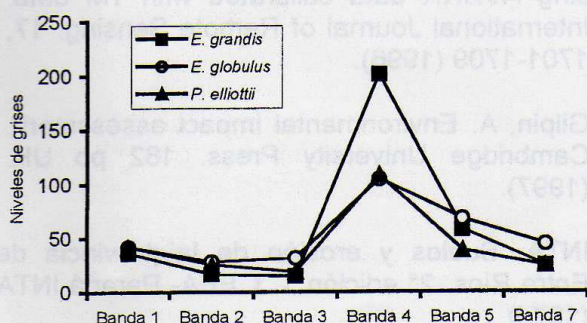


Fig. 1: Firmas espectrales de *E. grandis*, *E. globulus* y *P. elliotii* en agosto 2000

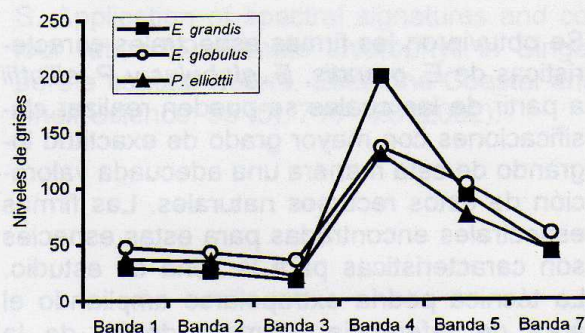


Fig. 2: Firmas espectrales de *E. grandis*, *E. globulus* y *P. elliotii* en enero 2001.

pecto a agosto para la banda 5 (Figura 3).

Se conoce que la variación de los niveles de respuesta y, por lo tanto, la curva de la firma espectral cambia junto con las condiciones de la superficie reflectante; así épocas con diferentes tasas fotosintéticas producen perfiles característicos (Yew Hoong *et al.*, 2002).

La explicación a la variación encontrada entre las imágenes de agosto/enero está relacionada con la situación de humedad edáfica disponible en ambos meses. La banda 5 ( $1,55\mu - 1,75\mu$ ) es sensible a las condiciones de humedad, debido al marcado efecto absorbente que posee el agua en este rango.

Si bien las precipitaciones del mes de enero fueron elevadas (117 mm -SAGPYA-) la ETP fue superior (150 mm) dando lugar a un balance hídrico negativo, ocasionando una si-



tuación de estrés en la vegetación. Por otro lado en agosto ocurrió lo contrario ya que existió un notable exceso de agua (104,5 mm de precipitación –SAGPYA- y 50 mm de ETP), lo cual determinaría una mayor absorción de energía incidente y por lo tanto una menor reflectancia.

Debido a que el número de parcelas de bosque joven o en etapas iniciales de crecimiento fueron pocas, esos datos fueron desestimados a la hora de los análisis. Sin embargo, es importante mencionar que Fazkas y Nilsson (1996) obtuvieron una buena calibración para la estimación de cobertura y volumen forestal relacionando positivamente estos parámetros de interés forestal con la firma espectral. Esto indica que la técnica puede ser utilizada tanto para la delimitación de áreas como para la estimación de volumen de madera en pie.

## CONCLUSIONES

Se obtuvieron las firmas espectrales características de *E. grandis*, *E. globulus* y *P. elliotii* a partir de las cuales se pueden realizar clasificaciones con mayor grado de exactitud logrando de esta manera una adecuada valoración de estos recursos naturales. Las firmas espectrales encontradas para estas especies son características para la zona de estudio. La técnica podría extrapolarse ampliando el área de referencia, siempre dentro de la misma ecoregión, ya que otras condiciones ambientales podrían hacer variar la respuesta espectral. Iverson *et al.* (1994) utilizó esta metodología evaluando porcentajes de cobertura forestal para un área significativa a partir de datos obtenidos en un área menor denominada "centro de calibración". Sus resultados indican que la cobertura forestal fue pronosticada por el modelo con alta precisión a partir de sus estimadores.

Del análisis de las firmas espectrales obtenidas se observa que la banda 4 resultaría efectiva para discriminar *E. grandis* ya que presenta una reflectancia marcadamente superior en relación a *E. globulus* y *P. elliotii*. Si bien no se encontraron diferencias significativas entre *E. globulus* y *P. elliotii*, en ninguna banda, se estima que la técnica podría mejorarse, para lo cual se debería incrementar el número de sitios de muestreo y clasificar según la ocupación, con esto se disminuiría la variabilidad de los datos y consecuentemente se podrían aplicar técnicas para lograr un análisis estadístico robusto.

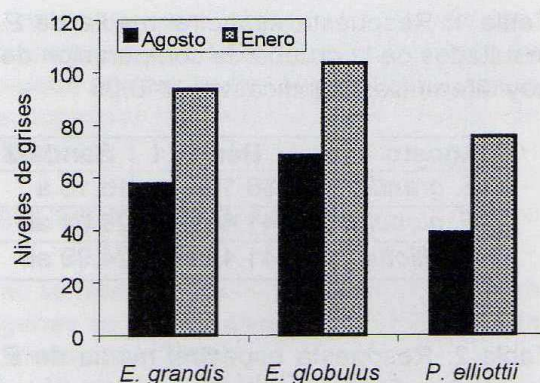


Fig. 3: Respuesta espectral media de *E. grandis*, *E. globulus* y *P. elliotii* en agosto y enero para la banda 5.

Este trabajo permitió también comprobar la utilidad que tiene el análisis de la respuesta espectral en el estudio de situaciones de estrés y déficit hídrico.

## REFERENCIAS

- Brizuela A. B., G. E. Carñel, H. Mehl y J. L. Aiello. Clasificación digital de áreas agrícolas mediante imagen Landsat TM. Información Tecnológica, 11(4), 163-168 (2000a).
- Brizuela A. B., V. I. Fusi y G. E. Carñel. Respuesta espectral, en imágenes Landsat TM, del cultivo de soja en Chilcas, Entre Ríos Argentina. En VI Congreso Interamericano de Ciencias de la Tierra. Santiago, Chile (2000b).
- Cabrera A. L. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2° edición Tomo II, Fascículo 1. ACME S.A.C.I., Bs. As., Argentina, 85 pp (1976).
- Fazkas, Z y M. Nilsson. Volume and forest cover estimation over southern Sweden using AVHRR data calibrated with TM data. International Journal of Remote Sensing: 17, 1701-1709 (1996).
- Gilpin, A. Environmental Impact assessment. Cambridge University Press. 182 pp UK. (1997).
- INTA. Suelos y erosión de la provincia de Entre Ríos. 2° edición T. I. EEA- Paraná INTA (1974).
- Iverson, L.R., E.A. Cook y R.L. Graham. A technique for extrapolating and validating fo-



rest cover across large regions. Calibrating AVHRR data with TM data. *International Journal of Remote Sensing*: 10, 1805-1812 (1989).

Iverson, L.R., E.A. Cook y R.L. Graham. Regional scale cover estimation via remote sensing: the calibration center concept. *Landscape Ecology*: 9, 159-174 (1994).

Mercuri, P. A., R. Cayssials y S. Carballo. Teledetección aplicada al estudio de pasturas degradadas por anegamientos en Chacabuco. *Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos*: 13-14, 28-29 (1995-1996).

Paruelo, J. M. y R. Golluscio. Range assessment using remote sensing in Northwest Patagonia (Argentina). *Journal of Range Management*: 47, 498-502 (1994).

Kaestch Ch. y A. van Laar. The estimation of the growing stock of eucalypt plantation forest, based on spectral signatures of satellite imagery, in South Africa. *Southern African Forestry Journal*, 194, 65-70 (2002).

Kurtz, D. y H. Liegier. Análisis espectral de montes forestales de la cuenca del Uruguay, Corrientes (Argentina), En IX Simposio Latinoamericano de Percepción remota. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina (2000).

Riegelhaupt, E., P. Aceñolaza y J. Rosenberger. Evaluación de alternativas forestales para el Centro-oeste Entrerriano. Anteproyecto PID-UNER 2001.19 pp. Oro Verde, Entre Ríos (2001).

Rojas A. E. C y J. H. Saluso. Informe climático de la Provincia de Entre Ríos. INTA-EEA Paraná. Publicación Técnica N° 14, 20 pp (1987).

SAGPyA. Primer inventario de bosques cultivados. Actas XVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia (2001).

Yew Hoong, G.K., S. T. Koh, I.I. Lin y Chan E. S. Application of spectral signatures and colour ratios to estimate chlorophyll in Singapore's coastal waters. *Estuarine Coastal and Shelf Science*: 55 (5), 719-728 (2002).



**XXIV CONGRESO IBERO  
LATINOAMERICANO SOBRE  
MÉTODOS COMPUTACIONALES  
EN INGENIERÍA**

29 al 31 de octubre de 2003  
Ouro Preto, MG - Brasil

Informaciones:  
Comisión Organizadora XXIV CILAMCE  
Prof. Joao Batista M. Sousa Jr.  
Dpto. de Ing. Civil / Esc. de Minas  
Univ. Federal de Ouro Preto  
Campus Universitario  
Morro do Cruzeiro  
35400-000 Ouro Preto, MG - Brasil  
e-mail: [cilamce@ufop.br](mailto:cilamce@ufop.br)  
[http:// www.ufop.br/eventos/cilamce/](http://www.ufop.br/eventos/cilamce/)

**CONGRESO DE MÉTODOS  
NUMÉRICOS  
COMPUTACIONALES EN  
INGENIERÍA**

31 de mayo al 02 de junio de 2004  
Lisboa - Portugal

Informaciones:  
Secretaría  
Dra. Teresa Fonseca, APMTAC  
Lab. Nacional de Ingeniería Civil  
Av. Do Brasil 101  
1700-066 Lisboa - Portugal  
e-mail: [cmce2004@lnec.pt](mailto:cmce2004@lnec.pt)  
[http:// www.-ext.lnec.pt/APMTAC/CMCE\\_2004/index.html](http://www.-ext.lnec.pt/APMTAC/CMCE_2004/index.html)

**I CONGRESO  
INTERNACIONAL SOBRE  
BIOINGENIERÍA  
COMPUTACIONAL**

24 al 26 de septiembre de 2003  
Zaragoza - España

Informaciones:  
Comité Organizador  
Univ. de Zaragoza  
Campus Politécnico Sur  
C/ María de Luna s/n  
50018 Zaragoza - España  
e-mail: [iccb2003@unizar.es](mailto:iccb2003@unizar.es)

**17º CONGRESO  
INTERNACIONAL DE  
INGENIERÍA MECÁNICA  
COBEM 2003**

10 al 14 de noviembre de 2003  
Sao Paulo, SP - Brasil

Informaciones:  
Comité Organizador  
Asociación Brasileña de Ingeniería y  
Ciencias Mecánicas - ABCM  
Avda. Río Branco, 124 / 14º andar  
20040-001 Rio de Janeiro, RJ - Brasil  
e-mail: [abcm@abcm.org.br](mailto:abcm@abcm.org.br)  
[http:// www.abcm.org.br](http://www.abcm.org.br)



## **INFORMACION TECNOLOGICA**

Revista Internacional Arbitrada

Indizada en Indices Internacionales

Edita:

Centro de Información Tecnológica (CIT)

c/ Monseñor Subercaseaux 667 - Casilla 724

Teléfono: 56-51-210496 Fax: 56-51-210496

La Serena - Chile