

# USO DE IMÁGENES AÉREAS MULTIESPECTRALES PARA ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO EN CULTIVO DE ARROZ

B. Moreno-García, M. Guillén, M.A. Casterad, D. Quílez



Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza. e-mail: bmorenoga@cita-aragon.es

## INTRODUCCIÓN

- El uso de fertilizantes nitrogenados en agricultura es imprescindible para aumentar la producción de los cultivos. Sin embargo, es necesario ajustar la dosis de fertilizante nitrogenado a las necesidades de cada cultivo para evitar problemas de contaminación.
- La excesiva fertilización nitrogenada está asociada con la contaminación de aguas por nitrato y con la emisión a la atmósfera de amoníaco y óxidos de nitrógeno (de potente efecto invernadero), que en el caso del arroz se ve favorecida por las condiciones de inundación del suelo.
- Diferentes estudios relacionan la información espectral con el rendimiento o el estado nutricional del cultivo del arroz (Gilbert y Meliá, 1990; Xue et al., 2004; Chang et al., 2005; Ryu et al., 2009).

## OBJETIVO

- Investigar la posibilidad de utilizar imágenes aéreas multiespectrales (visible e infrarrojo cercano) de muy alta resolución espectral adquiridas antes de la emergencia de la panícula para estimar el rendimiento de un cultivo de arroz inundado y detectar posibles deficiencias nutricionales.
- Una buena estimación del rendimiento permitiría la utilización de las imágenes como herramienta de ajuste de la fertilización nitrogenada en estadios tardíos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

- **Ensayo experimental** de arroz inundado (variedad Guadiamar) en Villanueva de Sigüenza (Huesca) durante el año 2012.
- 108 parcelas fertilizadas con purín porcino y fertilizante mineral a diferentes dosis.
- Dos momentos de aplicación (fondo y cobertera durante el ahijado).
- Respuesta diferencial del cultivo a las diferentes dosis de nitrógeno aplicadas.

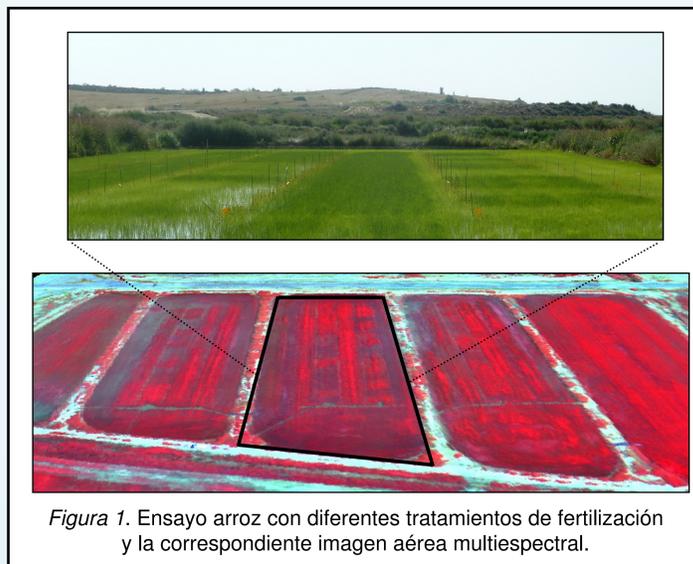


Figura 1. Ensayo arroz con diferentes tratamientos de fertilización y la correspondiente imagen aérea multiespectral.

### - Información espectral:

- Vuelo comercial 30 de julio 2012 (antes de la emergencia de panícula).
- Imagen corregida geoméricamente.
- Resolución espacial de 0,1 m.
- Resolución espectral: 4 bandas: azul (B, 440-460 nm), verde (G, 540-560 nm), rojo (R, 665-685 nm) e infrarrojo cercano (NIR, 770-790 nm).
- Obtención, a partir de los niveles digitales (ND), de índices de vegetación (NDVI y GNDVI) y ratios entre bandas (NIR/R) y (NIR/G).

### - Relación de índices y ratios con rendimiento en grano obtenidos para cada parcela.

### - Obtención de mapas de rendimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### - Relación rendimiento e información espectral

- Las relaciones lineales entre el rendimiento y los ND en las 4 bandas, los índices NDVI y GNDVI y los ratios NIR/G y NIR/R en cada parcela fueron significativas con coeficientes de determinación mayores de 0,66 en todos los casos.
- La banda que mejor se relaciona con el rendimiento es la verde ( $r^2=0,74$ ) (fig 2a). La relación mejora para el índice GNDVI ( $r^2=0,79$ ) (fig 2b) y para el NIR/G ( $r^2=0,76$ ) (fig 2c).

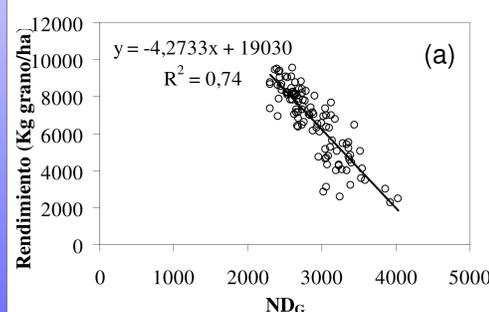
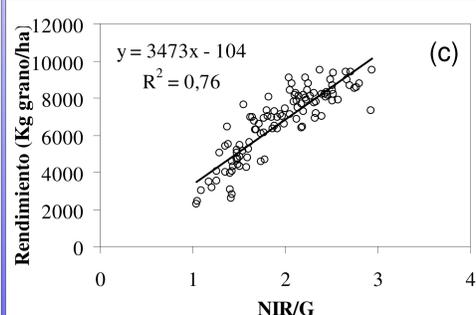
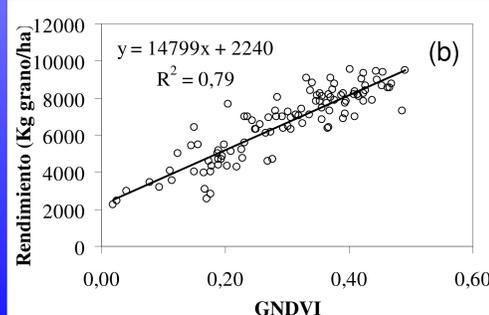


Figura 2. Relación entre el rendimiento del arroz y el ND para la banda del verde (a), el índice GNDVI (b) y el ratio NIR/G (c).

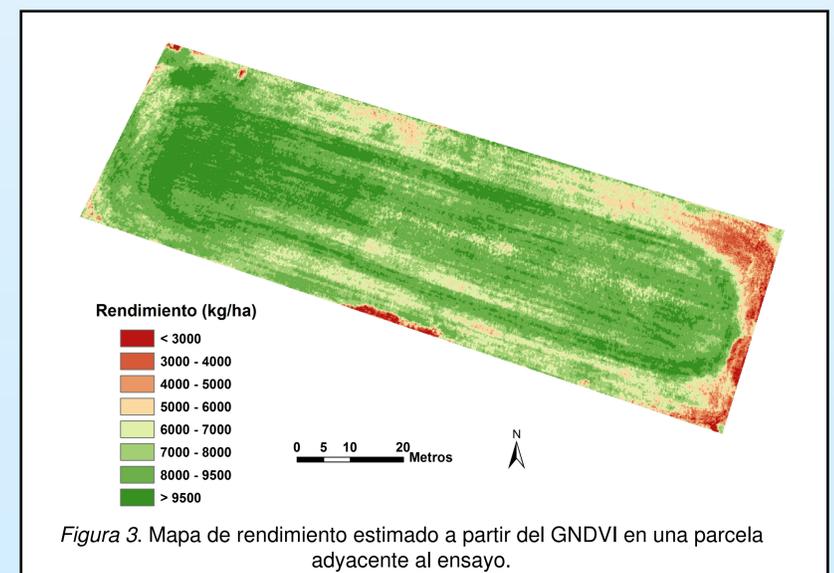


### - Influencia de la fuente de nitrógeno

Las relaciones son independientes de la fuente de nitrógeno: las relaciones ajustadas separadamente para los tratamientos de purín y los minerales no presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

### - Aplicaciones

- La información obtenida, por tanto, se puede aplicar a otras zonas adyacentes para obtener *Mapas de rendimiento* (fig 3).



- La relación entre la información espectral (GNDVI, NIR/G o  $ND_G$ ) de las parcelas bien fertilizadas frente a las infra-fertilizadas podría utilizarse como *Herramienta de ajuste de la dosis de nitrógeno* en cobertera antes de la emergencia de la panícula.

## CONCLUSIONES

- La utilización de imágenes aéreas multiespectrales antes de la emergencia de la panícula parece una herramienta prometedora para la estimación de rendimiento en arroz y como ajuste de la fertilización nitrogenada, siendo la información espectral en el verde y los índices asociados a esta banda los que ofrecen una mayor relación con el rendimiento.
- Estas relaciones son independientes de la fuente de nitrógeno utilizada en el abonado.
- Es importante completar el estudio con información de años sucesivos, así como estudiar la posibilidad de utilizar imágenes más tempranas.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Instituto Nacional de Investigación Agraria y Alimentaria y Fondos Feder (Proyecto RTA 2010-0126-C02-01) y Fondo Social Europeo.

Se agradece la concesión de una beca FPI-INIA a Doña Beatriz Moreno.

## BIBLIOGRAFÍA

- CHANG, K. W., SHEN, Y., LO, J.C. 2005. Predicting rice yield using canopy reflectance measured at booting stage. *Agronomy Journal* 97: 872-878.
- GILBERT, M. A., MELIÁ, J. 1990. Usefulness of the temporal analysis and the normalized difference in the study of rice by means of landsat-5 TM images: Establishment of Relationships for Yield Prediction Purpose. *Geocarto International* 5: 27-32.
- RYU, C., SUGURI, M., UMEDA, M. 2009. Model for predicting the nitrogen content of rice at panicle initiation stage using data from airborne hyperspectral remote sensing. *Biosyst. Eng.* 104: 465-475.
- XUE, L. H., CAO, W. X., LUO, W. H., DAI, T. B., ZHU, Y. 2004. Monitoring leaf nitrogen status in rice with canopy spectral reflectance. *Agronomy Journal* 96: 135-142.