

Evaluación de los datos del sensor ASTER para estimar la superficie cultivada y los niveles de producción de caña de azúcar en Tucumán, Argentina

Federico J. Soria*, Carmina Fandos*, Jorge Scandaliaris**,
Miguel Morandini*** y Daniela R. Pérez****

RESUMEN

En este trabajo se evalúa la capacidad de los datos de las bandas espectrales 2 y 3 del subsistema VNIR (Visible Near Infrared) y la banda espectral 4 del subsistema SWIR (Short Wave Infrared) del sensor ASTER, para estimar la superficie cultivada y los niveles de producción de caña de azúcar en un área ubicada en el departamento Chicligasta de la provincia de Tucumán, Argentina. Se aplicó la metodología de clasificación multiespectral supervisada. Los resultados obtenidos fueron comparados con los generados con igual metodología utilizando los datos de las bandas 3, 4 y 5 del sensor TM del satélite Landsat 5. El análisis estadístico de la información disponible demostró que los datos del sensor ASTER, en sus bandas 2 y 3 del VNIR, poseen la capacidad de discriminar la superficie y los niveles de producción de caña de azúcar en el área de estudio. De la comparación estadística de estos resultados con los de la imagen Landsat, resulta que la banda 3 de ASTER y 4 de Landsat poseen una significancia mayor para discriminar niveles de producción, que las bandas 2 y 3 de los respectivos sensores. Ante estos resultados, el sensor ASTER se muestra como una alternativa viable para la discriminación y cuantificación de la caña de azúcar.

Palabras clave: teledetección, rendimiento, imágenes satelitales, Landsat TM.

ABSTRACT

An evaluation of ASTER data to estimate sugarcane planted area and production levels in Tucumán, Argentina

In this work, data obtained by Visible Near Infrared (VNIR) bands 2 and 3 and Short Wave Infrared (SWIR) subsystem (band 4) of the ASTER sensor, were evaluated in terms of their potential use in estimating planted surface and production levels of a sugarcane growing area in Chicligasta, province of Tucumán, Argentina. The multiespectral supervised classification methodology was applied. The results were compared with the ones obtained by applying the same methodology to data provided by bands 3, 4 and 5 of Landsat 5 satellite TM sensor. Statistical analysis of the available information demonstrated that data supplied by VNIR bands 2 and 3 of the ASTER sensor allow discriminating sugarcane planted area and production levels in the region under observation. The statistical comparison of these results with the ones obtained with Landsat TM sensor indicated that band 3 of ASTER and band 4 of Landsat have a higher significance than bands 2 and 3 of both sensors for discriminating production levels. Moreover, by comparing them, it was possible to observe that band 3 of ASTER exhibited a better behaviour than band 4 of Landsat. These results show that the ASTER sensor constitutes a feasible alternative to identify and quantify sugarcane production.

Key words: remote sensing, yield, satellite images, Landsat TM sensor.

*Sección Sensores Remotos y SIG, EEAOC. srnsig@eeaoc.org.ar

**Sección Caña de Azúcar, EEAOC.

***Sección Suelos y Nutrición Vegetal, EEAOC.

****Sección Economía y Estadísticas, EEAOC.

INTRODUCCIÓN

Tucumán es el principal productor de caña de azúcar en la República Argentina, concentrando más del 60% de la producción nacional.

Para la industria azucarera del país, es sumamente importante contar con estimaciones precisas de la producción de caña de azúcar al inicio de zafra, para poder planear la distribución del azúcar producido en el mercado nacional y para proyectar el envío de las cantidades excedentes de azúcar al extranjero.

Desde el año 1997, la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombes" (EEAOC) realiza la estimación de los niveles de producción de caña de azúcar en la provincia de Tucumán, Argentina, usando la información digital de imágenes Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM+ (Soria *et al.*, 2000).

Las anomalías producidas en el funcionamiento de los sensores del satélite Landsat 7 ETM+ en el mes de mayo de 2003, sumadas a la ya excedida vida útil del satélite Landsat 5 TM, afectaron la disponibilidad de dichas imágenes, por lo cual es necesario encontrar otro sensor capaz de proveer imágenes para dar continuidad a las estimaciones.

En este sentido, el sensor ASTER montado en el satélite Terra, posee bandas con características espectrales similares a los sensores de la serie Landsat.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad del sensor ASTER en el VNIR (bandas 2 y 3) y SWIR (banda 4), para estimar la superficie cultivada y los niveles de producción de caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región de estudio se localiza en el departamento Chicligasta de la provincia de Tucumán, situándose entre los 27° 21' 59" y 27° 26' 56" de latitud sur y los 65° 25' 55" y 65° 36' 21" de longitud oeste.

La identificación de la imagen ASTER analizada es: granule ID ASTL1B_0503241430350503290566.

Para convertir las imágenes de su formato de origen HDF-EOS a uno compatible con el programa ERDAS Imagine 8.4, se utilizó el programa HEG v2.0 (HDF-EOS to Geotiff Converter) para luego transformar las imágenes Geotiff a formato IMG de ERDAS. Este proceso se hizo banda por banda, para las bandas 2 y 3 del VNIR y la banda 4 del SWIR.

La selección de las bandas citadas obedece a que el rango espectral abarcado por ellas permite la discriminación de biomasa vegetales (Chuvieco Salinero, 2002), ya que la vegetación tiene su mayor respuesta espectral en el infrarrojo cercano o próximo, 0,7 a 1,3 μm ; la segun-

da mayor respuesta espectral es dada en la región del infrarrojo medio, 1,3 a 8 μm y la menor respuesta espectral de la vegetación está dada en la región del visible, correspondiente al espectro rojo, 0,6 a 0,7 μm (Moreira, 2001).

Esta selección de bandas también se debe a la experiencia obtenida durante ocho años en el manejo de imágenes Landsat 5 TM y 7 ETM+, las cuales poseen bandas que abarcan longitudes de onda equivalentes a las del sensor ASTER (Tabla 1).

Todos los procesos de tratamiento de imágenes se realizaron con el software ERDAS Imagine 8.4. Los pasos seguidos se indican a continuación:

1- Remuestreo de la banda 4, con el fin de compatibilizar su resolución espacial (30 m) con la resolución espacial de las bandas 2 y 3 (15 m).

2- Integración de las bandas 2, 3 y 4 en una imagen compuesta.

3- Georreferenciación al sistema de referencia POSGAR, Sistema Oficial de Posiciones Geodésicas Argentinas, utilizando los datos de latitud y longitud presentes en la imagen ASTER original.

4- Recorte de la imagen para restringirla al área de estudio. El criterio utilizado para la selección del área de trabajo fue la fecha de adquisición de las imágenes, ya que se contaba con imágenes Landsat 5 TM de fecha 23 de marzo de 2005, con solo un día de diferencia respecto de la imagen ASTER utilizada, lo que determinaba que las condiciones de la biomasa fueran similares en ambas imágenes, contribuyendo a su comparación.

5- Selección y vectorización (GIS) de los campos de entrenamiento, utilizando como base de selección la clasificación de cañaverales de rendimiento cultural bajo ($\bullet$ 56 t/ha), medio (entre 57 y 75 t/ha) y alto ($\bullet$ 76 t/ha), realizada a partir de imágenes Landsat 5 TM (Soria *et al.*, 2000). De cada nivel de producción de caña se tomaron 15 muestras.

6- Clasificación multiespectral mixta (Chuvieco Salinero, 2002), sobre la imagen ya estratificada.

7- Validación a campo de los resultados obtenidos.

8- Comparación gráfica de las clasificaciones de ambas imágenes.

9- Comparación estadística de las firmas espectrales ASTER y Landsat 5 TM, tomadas sobre los campos de entrenamientos comunes a ambas imágenes, utilizando el análisis de la varianza (ANOVA) y el test de Tuckey al 5% para realizar la comparación de medias.

10- Comparación estadística de la ubicación espacial de las clasificaciones obtenidas con ambos sensores mediante el test de Chi-cuadrado de Pearson ($P < 1\%$).

Tabla 1. Comparación de la sensibilidad espectral de los sensores TM y ASTER.

Landsat 5 TM y 7 ETM+			ASTER		
Banda N°	Rango espectral (μm)	Resolución espacial (m)	Banda N°	Rango espectral (μm)	Resolución espacial (m)
3	0,63 - 0,69	30	2	0,63 - 0,69	15
4	0,76 - 0,90	30	3	0,78 - 0,86	15
5	1,55 - 1,75	30	4	1,60 - 1,70	30

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de los datos se realizó contrastando los resultados obtenidos con el sensor ASTER con los generados con el sensor TM durante la zafra 2005.

No se observaron diferencias en el patrón de distribución de los niveles de producción en ambas imágenes. Los contrastes estuvieron dados por el mayor detalle de la imagen ASTER, lo que se tradujo en una mayor discriminación de la caminería interna de las fincas y de las clases de producción. Esto posibilitó la exclusión de la caminería interna y que se logre una mayor discriminación espacial de los niveles de producción dentro de cada lote o parcela.

En la Tabla 2 se presentan los resultados numéricos de las clasificaciones en ambas imágenes. Al comparar las áreas totales, se evidencia que el sensor Landsat TM estima una superficie 7% mayor en comparación con el sensor ASTER. Esto podría deberse en parte, a la inclusión que realiza Landsat TM de las caminerías interna y periférica de las fincas. Si se analiza cada uno de los niveles de

producción, las diferencias no son constantes, presentando el nivel medio la mayor diferencia (25% más en el sensor Landsat TM).

La Figura 1 muestra los niveles digitales promedio, correspondientes a las 15 muestras por cada nivel de producción, de los campos de entrenamiento utilizados para las dos clasificaciones. En ella se observa que las bandas 2 y 3 del ASTER, y las 3 y 4 de Landsat discriminan adecuadamente los tres niveles de rendimiento (diferencias significativas entre ellos), mientras que las bandas 4 de ASTER y 5 de Landsat no discriminan los niveles alto y medio, entre sí.

La prueba F de Fischer en el ANOVA resalta que la banda 3 de ASTER y 4 de Landsat poseen una significancia mayor que las bandas 2 y 3 de los respectivos sensores, para discriminar los tres niveles de producción.

Observando estos resultados obtenidos, se infiere que el sensor ASTER se muestra como una alternativa viable para la discriminación y cuantificación de la producción de caña de azúcar.

Tabla 2. Superficie con caña de azúcar discriminada por niveles de producción con los sensores ASTER y TM.

Niveles de producción	Área total en hectáreas (ha)	
	Sensor ASTER	Sensor Landsat TM
Bajo (menor o igual a 56 t/ha)	3.380	3.430
Medio (entre 57 y 75 t/ha)	1.960	2.460
Alto (mayor o igual a 76 t/ha)	1.480	1.420
Total	6.820	7.310

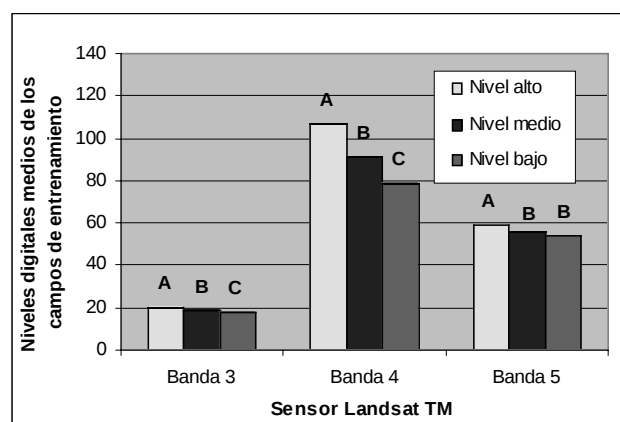
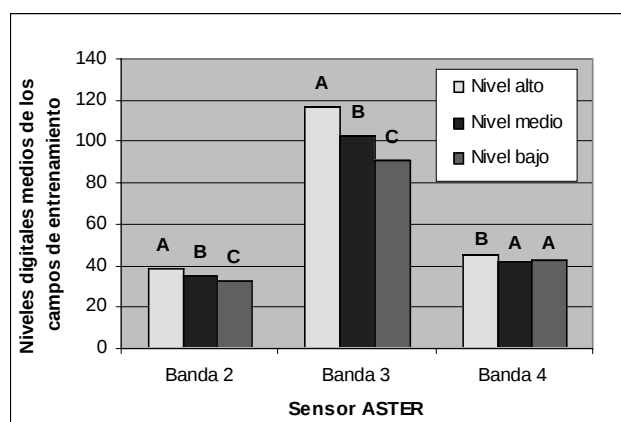


Figura 1. Análisis estadístico de los niveles digitales medios de los campos de entrenamiento. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Chuvieco Salinero, E. 2002.** Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Editorial Ariel, Barcelona, España.
- Moreira, M. A. 2001.** Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologías de aplicação. 1. ed. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, Brasil.
- Soria, F. J.; C. Fandos y J. Scandaliaris. 2000.** Relevamiento satelital de la provincia de Tucumán. Determinación del área cultivada con citrus y granos, y producción de caña de azúcar. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 77 (1-2): 49-69.
-