

## Análisis exploratorio de la ocupación del suelo en los departamentos Marcos Juárez y Unión (Córdoba) mediante una imagen LandSat (Febrero 2004)

**Florencio Moore** - Area Economía, Estadística e Informática. Feb. 2004

Tabla de contenido

[\[Introducción\]](#) [\[Procedimiento\]](#) [\[Desarrollo del trabajo\]](#) [\[Conclusión\]](#)

### Introducción

La determinación de la superficie sembrada con las diferentes especies ha sido y es un objetivo importante de los organismos e instituciones ligadas al sector ya que un sinnúmero de actividades dependen de esta información. Es así que desde que los primeros satélites comenzaron a relevar la superficie de la tierra, uno de los principales usos de estas imágenes fue la de intentar cuantificar las distintas coberturas del suelo. En un principio se pensó que esta tecnología podría reemplazar totalmente el método tradicional de informantes calificados y los sistemas de encuestas. Hoy está claro que ambos métodos deben utilizarse integradamente, lo que deviene en un trabajo más eficiente y acertado.

Argentina cuenta desde hace varios años con una estación de recepción de imágenes en Falda del Carmen (Córdoba), perteneciente a la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales), que recepta la información de los satélites de la serie LANDSAT y otros satélites meteorológicos. La CONAE brinda esta información en forma gratuita para su utilización a través de convenios de cooperación con instituciones como el INTA, para su uso en actividades de interés público.

La Estación Experimental Marcos Juárez concretó una Carta Acuerdo con la CONAE a fines del año 2003, y está trabajando en proyectos como los de Gestión Ambiental y Agricultura Sustentable que utilizan la información que puede extraerse de estas imágenes.

Para este trabajo se utilizó un sector de una imagen LANDSAT 5, correspondiente al path 228 y row 83 con sus 7 bandas, de fecha 28 de Febrero del 2004.

El satélite LANDSAT 5 orbita la tierra a una altura de 700 Kms en sentido Norte-Sur (o polar), y en conjunción con la rotación de la tierra (sentido Oeste-Este) permite cubrir toda la superficie de la tierra en un período de tiempo. Una vez transcurrido este período el satélite vuelve a pasar por el mismo sitio, en este caso son 16 días, a esto se le denomina "período de revisita". Debido a que la órbita de estos satélites está en sincronía con el sol, siempre pasan por el mismo sitio a la misma hora local, lo que permite comparar imágenes de distintas fechas.

Uno de los problemas más importantes de este satélite es que lo afectan las nubes, es decir que si al momento de pasar por una zona determinada hay nubes, la imagen será inutilizada, y se deberá esperar 16 días para que vuelva a pasar por el mismo lugar.

El satélite LandSat 5 capta información en 7 bandas del espectro radiomagnético, estas son:

CANAL	LONGITUD DE ONDA( $\mu\text{m}$ )	APLICACIÓN
TM 1	0.45 - 0.52 (azul)	Discriminación de la vegetación, mapeo de costas, identificación de elementos urbanos

TM 2	0.52 – 0.60 (verde)	Mapeo de vegetación (mide los picos de reflectancia). Identificación de elementos urbanos.
TM 3	0.63 – 0.69 (rojo)	Discriminación de especies vegetales (mide la absorción de clorofila). Identificación de elementos urbanos.
TM 4	0.76 – 0.90 (infrarrojo cercano)	Identificación de tipos de vegetación, determina el estado del cultivo y el contenido de biomasa, identificación de agua y humedad del suelo.
TM 5	1.55 – 1.75 (infrarrojo de onda corta)	Capta la humedad del suelo y en la vegetación, discrimina áreas con nubes o nieve.
TM 6	10.4 – 12.5 (infrarrojo térmico)	Detecta el estrés en la vegetación y la humedad del suelo a través de la radiación térmica
TM 7	2.08 – 2.35 (infrarrojo de onda corta)	Discriminación de tipos de rocas y minerales, sensible al contenido de humedad de la vegetación.

Este trabajo es una aproximación a la metodología a utilizar en el área de influencia de la Estación Experimental para estimar la superficie sembrada con los distintos cultivos, dato de interés no sólo para los proyectos internos sino para demandantes externos.

## Procedimiento

El análisis consistió en una clasificación supervisada para la región comprendida por los departamentos Marcos Juárez y Unión. En una clasificación "supervisada" se utilizan sectores de la imagen que corresponden a lotes en los que se conoce el cultivo que tienen al momento de pasar el satélite, estos sectores se utilizan como "sitios de entrenamiento" para la clasificación y cuanto más sitios se utilicen, mayor precisión tendrá la clasificación. Utilizando estos "sectores de imagen", el programa calcula la reflexión en cada banda del cultivo, y confecciona un "patrón espectral" para cada cultivo o "clase".

Posteriormente clasificará todos los píxeles de la imagen en la clase más parecida a su propio "patrón de reflexión" en las distintas bandas.

La eficiencia de esta clasificación dependerá fundamentalmente de la separación de estos "patrones de reflexión" entre clases. Es decir que estos "patrones" serían como "huellas digitales", y si existen diferencias claras entre ellas, la separación será más sencilla. Puede ocurrir sin embargo que esta diferencia no sea tan notoria, en cuyo caso el procedimiento tendrá errores, aunque existen medios de cuantificar el grado o nivel de estos errores.

Para este proceso se utilizó información de "verdad de campo" obtenida de lotes del campo de la EEA Marcos Juárez, de lotes de un campo de Corral de Bustos y algunos lotes ubicados en la zona de Noetinger y Saira. A continuación se presentan las imágenes original color real y clasificada de ambos departamentos; un cuadro resumen de los datos obtenidos, el análisis estadístico post-proceso respecto a la probabilidad del error cometido en la clasificación y la conclusión correspondiente al presente trabajo.

## Desarrollo del trabajo

Las clases utilizadas fueron:

Sin clasificar Alfalfa Agua Ciudades

Soja Pasto Natural Nubes

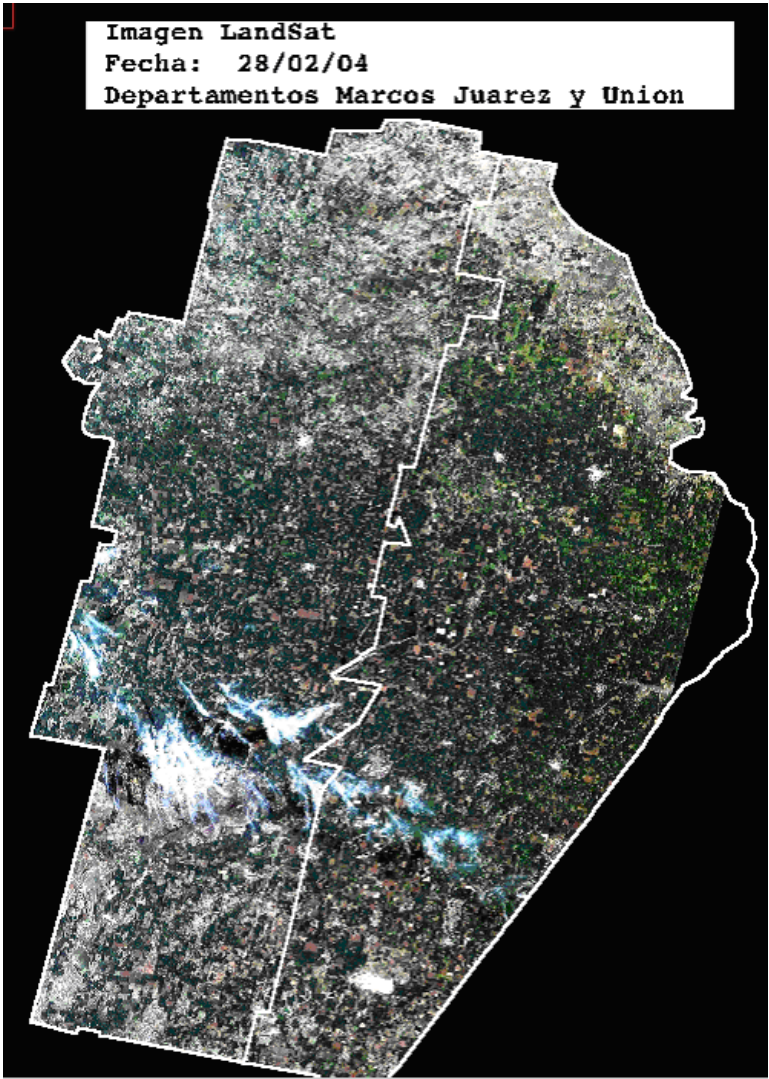
Maíz            Monte            Bajos

El momento de adquisición de la imagen (28 de Febrero del 2004) no fue muy adecuado para una separación eficiente de las distintas clases, pero fue la única imagen "limpia" de la zona de la presente campaña. Es así que no se separó la soja de primera de la de segunda ocupación, existiendo además porcentajes de "confusión" entre clases, especialmente con la clase "alfalfa" con "soja" y "pasto natural". Debe considerarse las dificultades que introduce la clasificación de la clase "alfalfa" al tener una reflectancia muy diferenciada de acuerdo al estado de la pastura, grado de corte y antigüedad.

En la Imagen 1 puede observarse el "color real" de la misma en ambos departamentos, con excepción del sector Este, en el que falta un sector (color negro), que pertenece a otra escena con la que no contamos al momento de realizar este análisis.

La Imagen 2 esta "clasificada", es decir que los distintos colores muestran el área ocupada por las distintas "clases", a continuación está el Cuadro de Distribución por clases y departamento, donde se presentan las superficies estimadas por el programa.

Es interesante notar que este proceso nos da el dato de la superficie ocupada por cada cultivo, pero además tenemos en la imagen clasificada una idea de la concentración de cada cultivo en cada zona.



**Imagen 1 - Imagen LandSat 5 - Bandas 3-2-1 (RGB)**

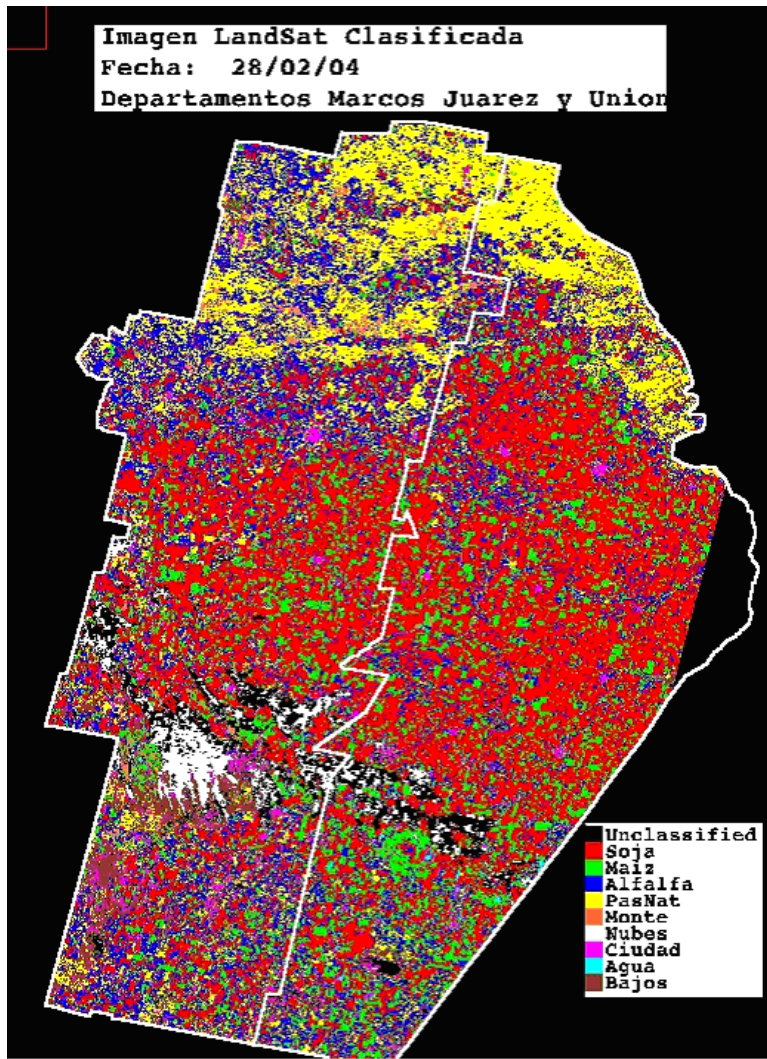


Imagen 2 - Imagen LandSat 5 - Clasificada

Cuadro de distribución de superficies por clase y departamento

	Depto Marcos Juarez		Depto Union	
	hectareas	%	hectareas	%
Unclassified:	79,328	8.33	55,720	5.20
Soja:	424,124	44.54	287,559	26.82
Maiz:	143,125	15.03	87,878	8.20
Alfalfa:	142,481	14.96	242,186	22.59
PasNat:	95,385	10.02	205,905	19.20
Monte:	5,958	0.63	29,486	2.75
Nubes:	9,309	0.98	36,347	3.39
Ciudad:	20,417	2.14	38,005	3.54
Agua:	2,070	0.22	1,004	0.09
Bajos:	30,283	3.18	88,058	8.21
<b>TOTAL</b>	<b>952,265</b>	<b>100.02</b>	<b>1,072,147</b>	<b>100.00</b>

En el cuadro se indica para el Departamento Marcos Juárez 79,000 hectáreas no clasificadas, de las cuales aproximadamente 50000 corresponden al área Este de la que no se contaba con la imagen correspondiente. Si aplicamos los porcentajes de distribución del resto del departamento a este sector deberíamos sumar a la clase "soja" unas 22500 has, al maíz 7500 has, a "alfalfa" una superficie similar, y a la clase "pasto natural" unas 5000 hectáreas.

## Análisis Estadístico Post-clasificación

Overall Accuracy = (341091/385018) 88.5909%  
Kappa Coefficient = 0.8620

Ground Truth (Percent)

<b>Class</b>	<b>Soja</b>	<b>Maiz</b>	<b>Alfalfa</b>	<b>PasNat</b>
<b>Monte</b>				
Unclassified	0.61	0.48	0.47	0.80
0.01				
Soja	84.80	2.81	19.97	2.30
0.00				
Maiz	1.51	87.57	2.13	0.57
1.75				
Alfalfa	9.40	6.19	70.00	11.21
0.66				
PasNat	2.93	1.30	5.97	80.05
2.07				
Monte	0.40	0.31	0.40	0.39
95.10				
Nubes	0.02	0.01	0.00	0.03
0.00				
Ciudad	0.04	0.10	0.57	1.11
0.34				
Agua	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00				
Bajos	0.28	1.24	0.48	3.56
0.07				
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
100.00				
<b>Class</b>	<b>Nubes</b>	<b>Ciudad</b>	<b>Agua</b>	<b>Bajos</b>
<b>Total</b>				

<b>Unclassified</b>	4.23	3.28	0.29	0.19
1.51				
<b>Soja</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
28.16				
<b>Maiz</b>	0.00	0.11	0.00	1.33
15.65				
<b>Alfalfa</b>	0.00	0.29	0.00	3.06
6.86				
<b>PasNat</b>	0.00	0.62	0.00	1.61
8.86				
<b>Monte</b>	0.00	0.15	0.00	0.32
2.29				
<b>Nubes</b>	95.77	0.02	0.00	0.02
15.44				
<b>Ciudad</b>	0.00	95.19	0.00	4.19
13.52				
<b>Agua</b>	0.00	0.00	99.70	0.00
3.14				
<b>Bajos</b>	0.00	0.33	0.01	89.27
4.57				
<b>Total</b>	100.00	100.00	100.00	100.00
100.00				

<b>Class</b>	<b>Commission</b>	<b>Omission</b>	<b>Commission</b>	<b>Omission</b>
<b>(Pixels)</b>	<b>(Percent)</b>	<b>(Percent)</b>	<b>(Pixels)</b>	
<b>Soja</b>	4.06	15.20	4402/108428	
18641/122667				
<b>Maiz</b>	4.43	12.43	2669/60261	
8177/65769				
<b>Alfalfa</b>	76.88	30.00	20300/26404	
2616/8720				
<b>PasNat</b>	16.83	19.95	5743/34123	
7075/35455				
<b>Monte</b>	11.32	4.90	998/8820	
403/8225				
<b>Nubes</b>	0.09	4.23	55/59431	
2620/61996				
<b>Ciudad</b>	2.47	4.81	1285/52048	
2565/53328				

---

---

<b>Bajos</b>	15.07	10.73	2650/17582
1794/16726			

## Conclusión

En el punto cuatro se presentan dos cuadros resultados del análisis estadístico post-clasificación; el primero tiene los datos de la "verdad de campo", aquí se analiza como se distribuyen los píxeles (en porcentajes) que fueron utilizados como "entrenamiento" por el programa. El segundo cuadro representa los errores de comisión y omisión cometidos en la clasificación, tanto en número de píxeles, como en porcentajes.

Este análisis muestra que existe un importante nivel de confusión con la clase "alfalfa", el error de comisión (representa los píxeles que pertenecen a otras clases y fueron clasificados dentro de la clase alfalfa) es muy alto (77%), pero de ese total el 56% es soja. Es decir que en los resultados es de esperar que un porcentaje de lo que fue clasificado como alfalfa sea en realidad soja.

También el error de omisión (son los píxeles que perteneciendo a una determinada clase verificada a campo el procedimiento falla en incluirlos en dicha clase) es alto (30%); es decir que existen píxeles que pertenecen a la clase alfalfa pero el procedimiento los ha incluido en otras clases. El 66% de estos píxeles fueron incluidos en la clase soja. Estos valores demuestran una importante confusión de los valores de reflectancia entre las clases "soja" y "alfalfa".

Existen además confusiones en las clases "Pasto natural" y "Bajos", aunque con valores mucho menos importantes. En el caso del pasto natural la mayor confusión se dio fundamentalmente con soja y en el de los bajos principalmente con maíz.

La clase "maíz" está sobreestimada ya que se incluyeron en esta clase muchos caminos y sus banquetas, entradas a campos y caminos internos. Al norte del departamento varios lotes con soja ya cosechada pudieron adjudicarse erróneamente a esta clase. Además en el sector sur de ambos departamentos hay una superficie importante con nubes, aunque éstas fueron clasificadas correctamente en la clase "nubes", existe una superficie con la sombra de dichas nubes que tiene una reflectancia más oscura, en este sector el software confunde varios lotes de soja incluyéndolos en la clase maíz.

De todos modos la precisión general de la clasificación fue del 88,5%, y el coeficiente Kappa, otra medida de la precisión de la clasificación, fue de 0,86. Estos valores son excelentes y determinan un nivel de confianza aceptable para los resultados de la clasificación, en base a la "verdad de campo" realizada.

Es preciso señalar sin embargo que este trabajo puede y debe ser mejorado, para lo cual se necesita realizar una labor de campo más intensa, consultar con informantes que posean un conocimiento cabal de cada zona, la obtención de una fecha más de imágenes durante el ciclo de los cultivos y una verificación a campo post-clasificación. ([arriba](#))