

Determinación de superficie sembrada con Maíz y otras coberturas en los Departamentos que abarca la muestra de la Provincia de Santiago del Estero
Campaña 2013/2014.

El objetivo de este trabajo es obtener la superficie sembrada con Maíz mediante la clasificación supervisada de imágenes satelitales.

Se dividió a la Provincia en tres zonas claramente definidas:

1-Noroeste

2-Centroeste

3-Sudeste

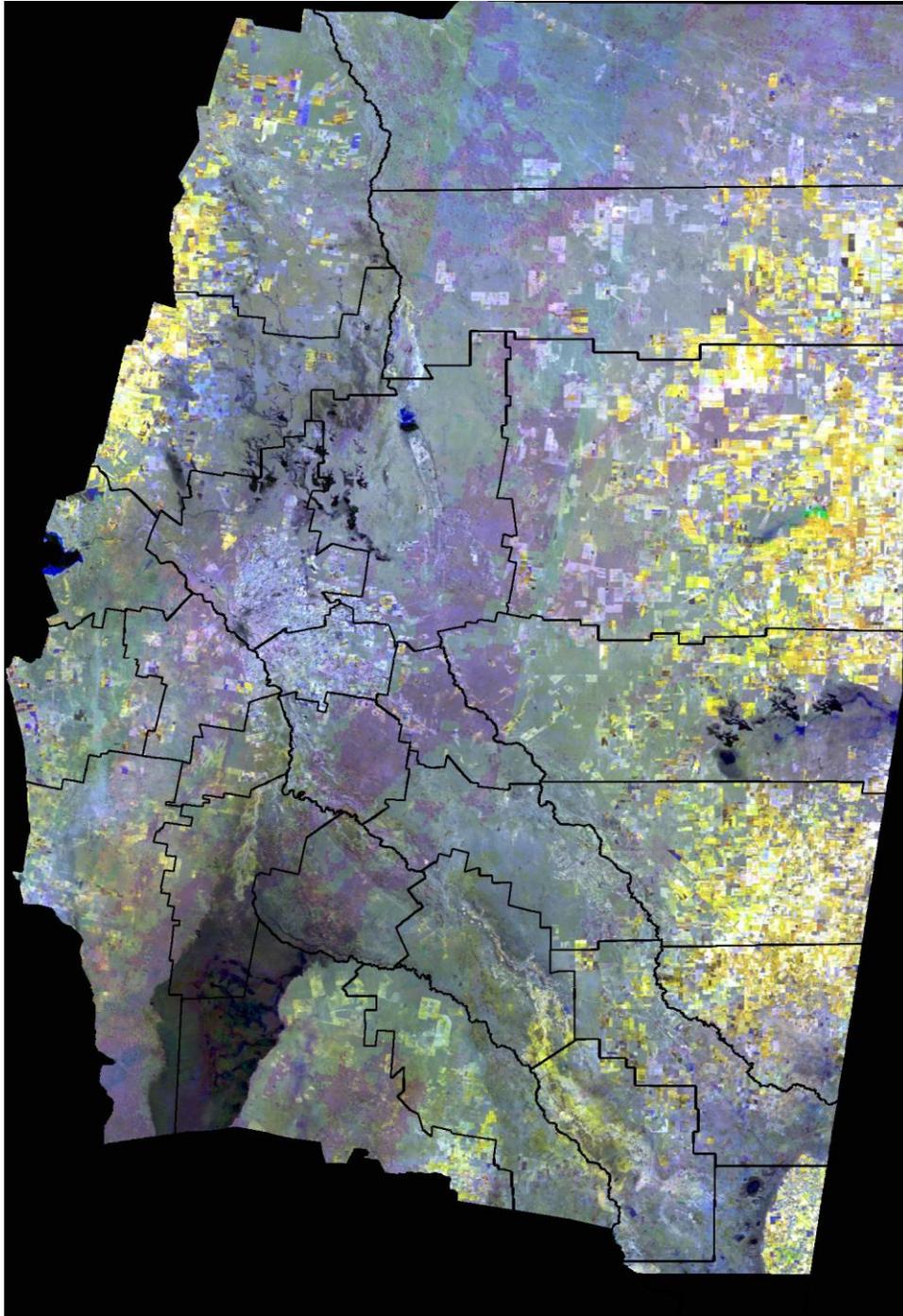


Imagen de Índice EVI (Enhanced Vegetation Index) Producto MOD 13Q1 (MODIS Terra)
Combinación de Bandas (RGB): 28, 27, 25 que corresponden a los días 6 de marzo, 18
de febrero y 17 de enero de 2014.

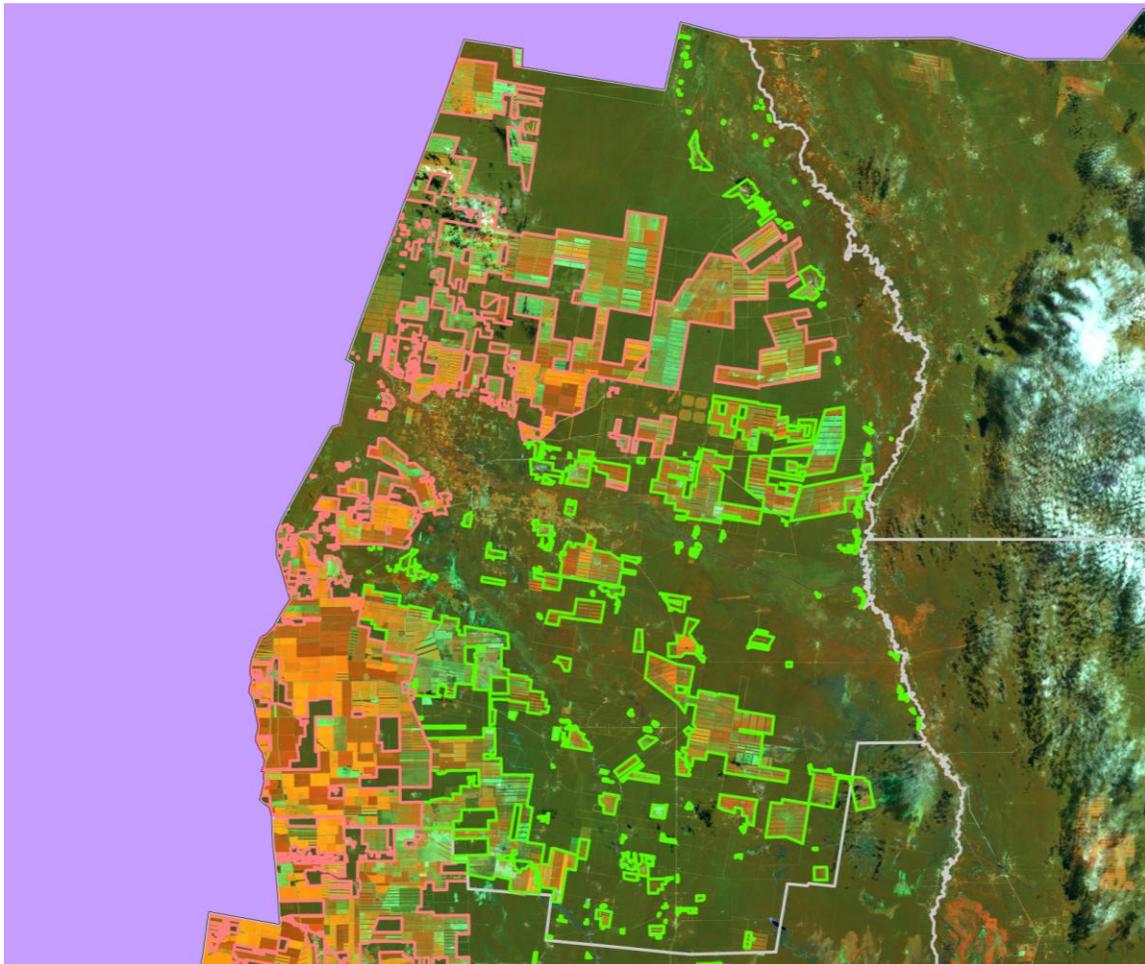
1-NOROESTE: Departamentos, Pellegrini y Jiménez.

Se trabajó solo en las zonas con actividad agrícola-ganadera, excluyendo monte y
poblaciones en base a un trabajo de estratificación realizado en 2013 por la Dirección de

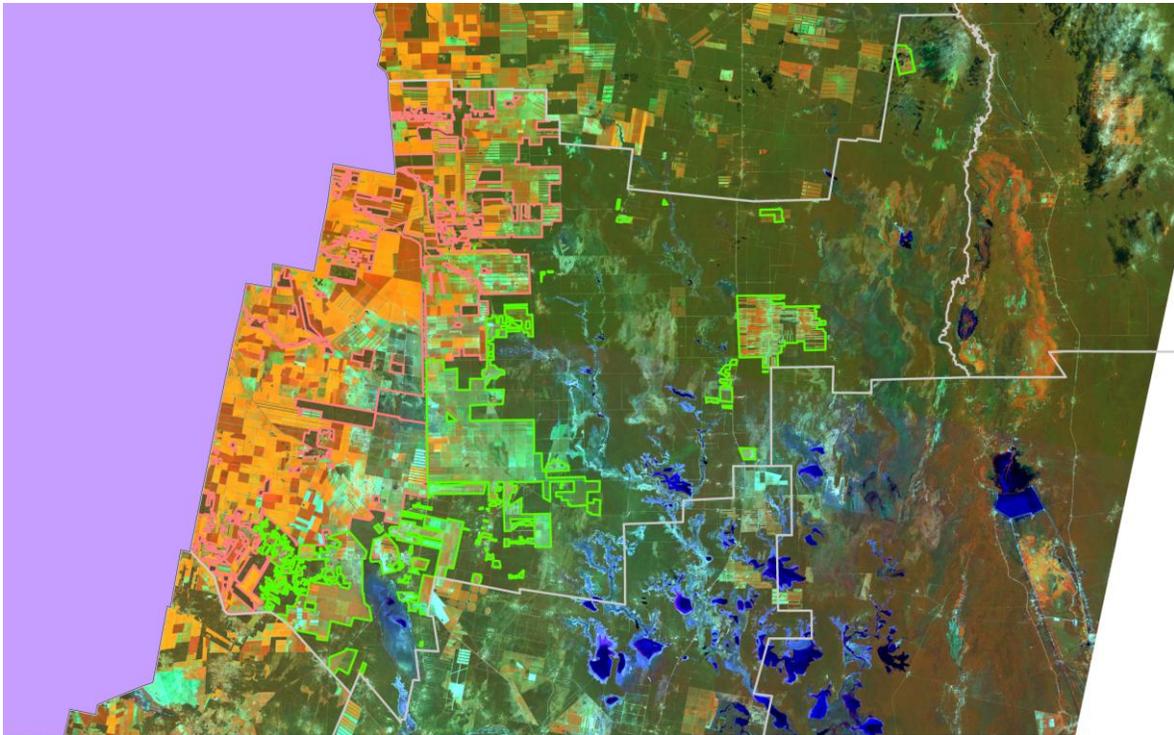
Información Agropecuaria y Forestal del MAGyP para la aplicación del Método de Segmentos Aleatorios (1). Con esta digitalización se enmascararon las imágenes.

El estrato A (rojo) es la zona predominantemente agrícola y el C (verde) tiene como actividad principal la ganadería basada en pasturas.

Superficie en has	ESTRATO A	ESTRATO C	TOTAL
PELEGRINI	86,141	132,865	219,006
JIMÉNEZ	163,300	60,850	224,150
TOTAL	249,441	193,715	443,156



Departamento Pellegrini



Departamento Jiménez

Datos Satelitales

Para el desarrollo del trabajo fueron utilizadas dos imágenes correspondientes al satélite Landsat 8/sensor OLI. La combinación de bandas utilizada fue de tipo Falso Color Compuesto (FCC), considerando la banda del infrarrojo cercano (TM5); el infrarrojo medio (TM6) y el rojo (TM4), con la asignación de filtros rojo, verde y azul respectivamente (564 / RGB).

Las mismas fueron obtenidas gratuitamente del sitio del USGS: <http://glovis.usgs.gov/>. Los programas de procesamiento de imágenes y Sistemas de Información Geográfica utilizados fueron ENVI 5.0 y QGIS 2.4 Chugiak respectivamente.

El sistema de proyección utilizado corresponde al Transverse Mercator, Gauss Krüger, faja 4.

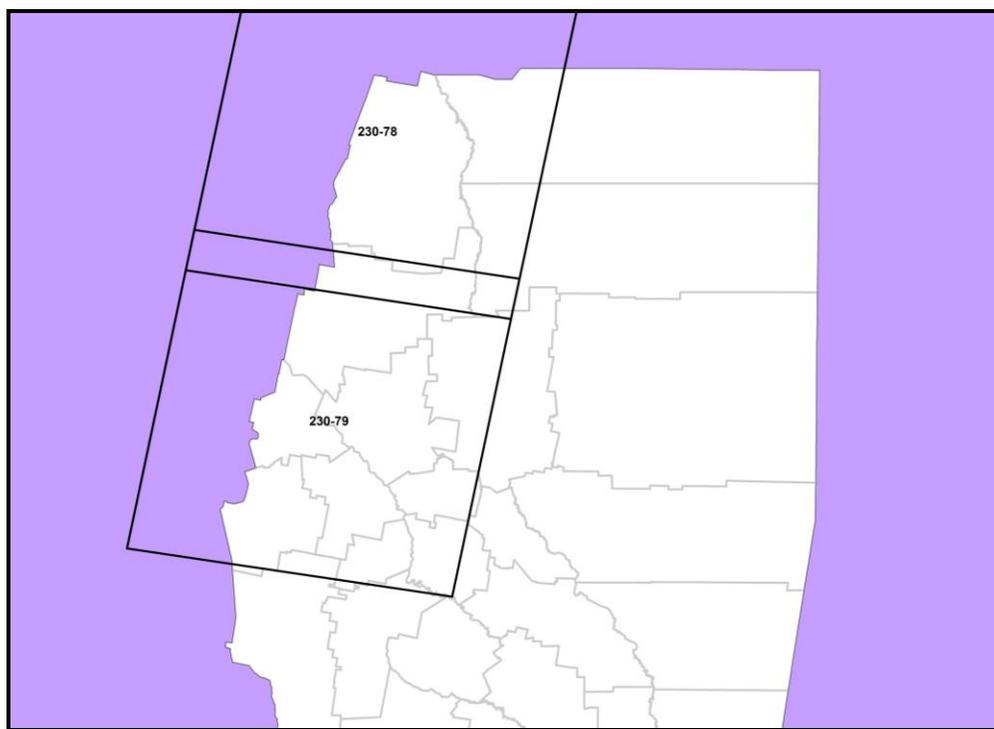
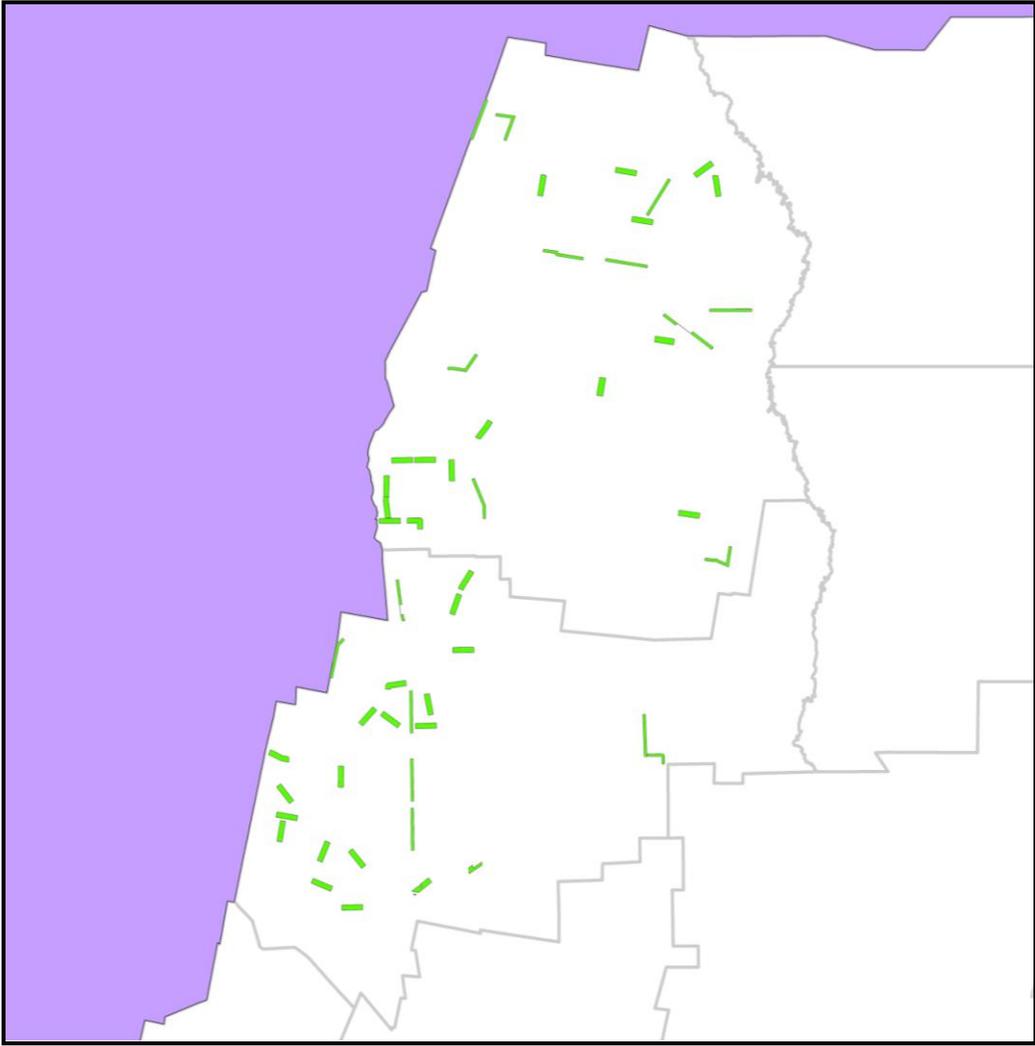


Tabla 1: SENSOR E IMÁGENES SELECCIONADAS		
Satélite / sensor	Path Row	Fecha de adquisición
Landsat 8 / OLI	230 / 78	09/03/2014
Landsat 8 / OLI	230 / 79	09/03/2014

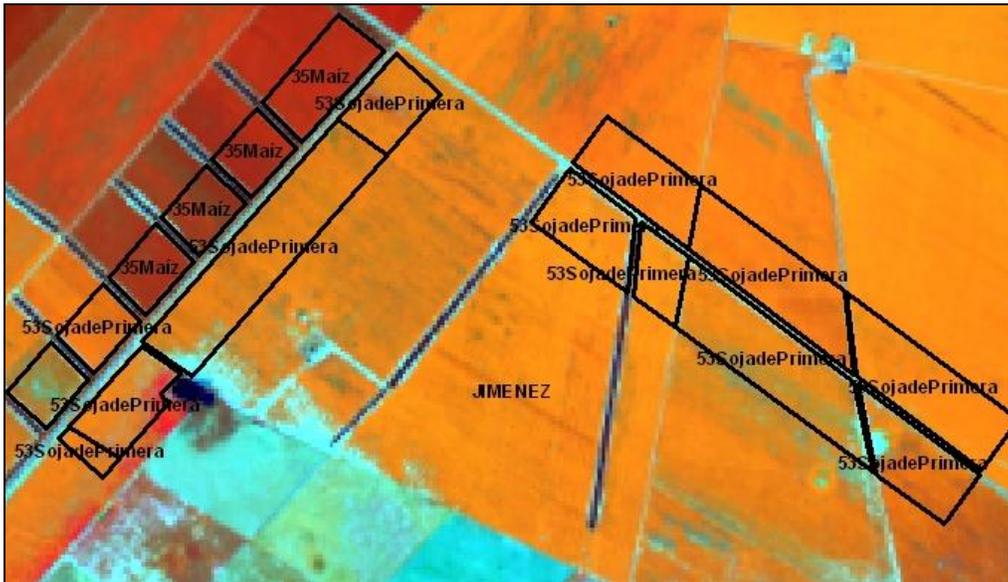
A las bandas se les aplicó la corrección atmosférica: Reflectancia en el Techo de la Atmósfera (TOA) y a reflectividad de la superficie terrestre por el método sustractivo de cuerpo oscuro. Se compilaron, se obtuvo el mosaico de ambas y luego el recorte de los dos departamentos.

METODOLOGÍA

Para la realización de la clasificación supervisada se tomó como verdad de campo para las áreas de entrenamiento y verificación el operativo de relevamiento, la información a campo relevada por la Dirección de Información Agropecuaria y Forestal, en el mes de abril de 2014, contando con 52 segmentos de 400 has cada uno; es decir que se cubren 20.800 has divididas en 496 lotes o unidades de uso del suelo (uus).



Distribución de los 52 segmentos



De las ROI (Región of Interest) digitalizadas para la obtención de firmas, un 60 % correspondieron a áreas de entrenamiento del clasificador y un 40 % para validar los resultados. Se calculó la separabilidad espectral entre los ROIs seleccionados observando que superen el valor 1.8, teniendo especial cuidado entre el cultivo de maíz y otras coberturas tal el caso de diversos tipos de pasturas.

Separabilidad Espectral: (Jeffries-Matusita, Transformed Divergence)

Maíz:

- Pasturas: (1.75625011 1.84840104)**
- Poroto: (1.97968880 2.00000000)**
- Soja: (1.99999422 2.00000000)**
- Sorgo: (1.85304971 2.00000000)**
- Potreros: (1.99978511 1.99999948)**
- Campo Natural: (1.98333219 1.99999984)**

Como método de clasificación se realizó una clasificación supervisada, utilizando el algoritmo de máxima probabilidad ("maximum likelihood"). Luego del proceso se calculó la matriz de error.

Debe tenerse en cuenta que normalmente se acepta como buen indicador un Kappa de 0.75 o bien una "overall accuracy" de 85% (2).

RESULTADOS

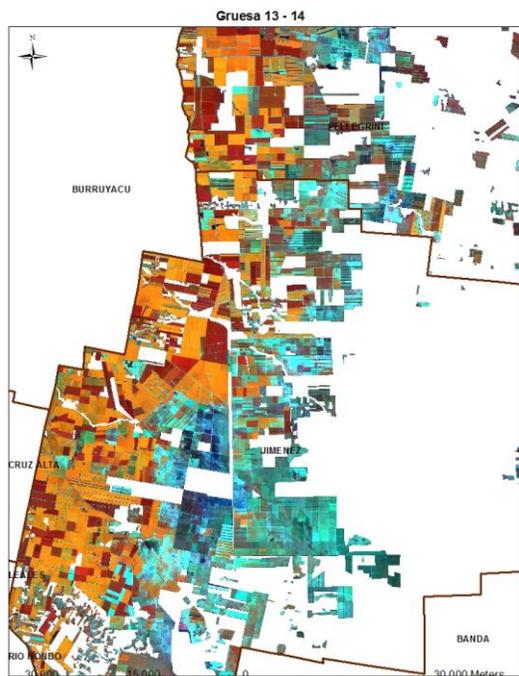


Imagen Landsat 8 del 9 Marzo 2014: Tonos rojizos: Maíz, Naranjas: Soja

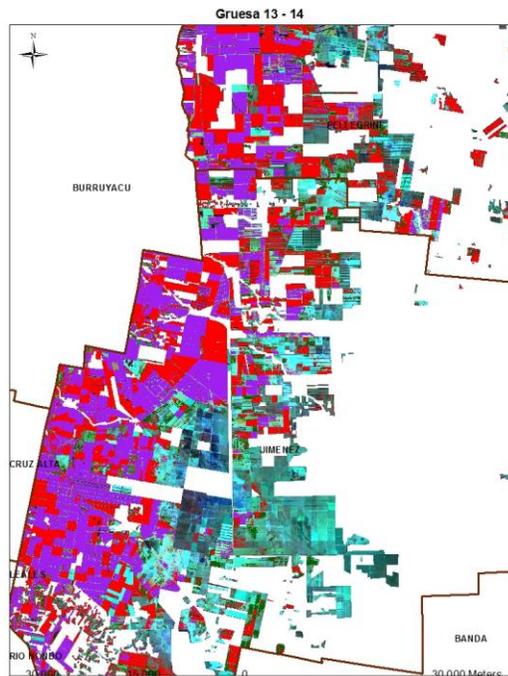


Imagen clasificada: En Rojo: Maíz, en Púrpura: Soja

Superficie de cultivos Dpto. Jiménez

Cultivo	Superficie (has.)
Maíz	46.720
Poroto	7.885
Pasturas	12.875
Soja	38.610
Sorgo	11.100
Potreros	21.000
Campo Natural	25.200
Desperdicio	54.500
Caña de Azúcar	6.110
Total	224.000

Superficie de cultivos Dpto. Pellegrini

Cultivo	Superficie (has.)
Maíz	48.630
Poroto	33.615
Pasturas	21.925
Soja	28.690
Sorgo	1.300
Potreros	15.000
Campo Natural	21.800
Desperdicio	45.500
Caña de Azucar	2.100
Total	218.560

Matriz de Error:

Overall Accuracy = (11699/14683) 79.67%
Kappa Coefficient = 0.75

Ground Truth (Percent)

Clase	Maíz	Poroto	Pasturas	Soja	Sorgo	Potreros	Campo Natural	Desperdicio	Caña de Azucar	Total
Sinclasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maíz	87,07	0	2,09	0	0	0	4,44	5,11	8,53	23,7
Poroto	0,60	87,90	0,18	0,71	52,86	0	11,98	0,73	0	5,85
Pasturas	0,18	0	39,53	0	0	0	14,55	18,98	32,56	8,92
Soja	0	0	0	98,87	0	0	0	0	0	32,23
Sorgo	7,96	10,32	0	0,4	44,64	0	0	0	0	3,4
Potreros	0	0	0,09	0	0	99,7	0	0	0	4,58
Campo Natural	0,5	0	0,71	0	0	0	66,92	8,03	1,16	8,28
Desperdicio	0,13	0,2	4,79	0,02	1,07	0,3	1,87	57,66	3,1	2,7
Caña de Azucar	3,55	1,59	52,62	0	1,43	0	0,23	9,49	54,65	10,33
Total	100	100	100	100						

Class	Commission (Percent)	Omission (Percent)
Maiz [Red] 55	4.77	12.93
Poroto [Yellow]	48.49	12.10
Pasturas [Blue]	31.93	60.47
Soja [Maroon]	0.00	1.13
Sorgo [Purple]	74.95	55.36
Potrero [Aqua]	0.30	0.30
CampoNatural	5.84	33.08
Desperdicio [40.30	42.34
Caña de Azuca	90.71	45.35

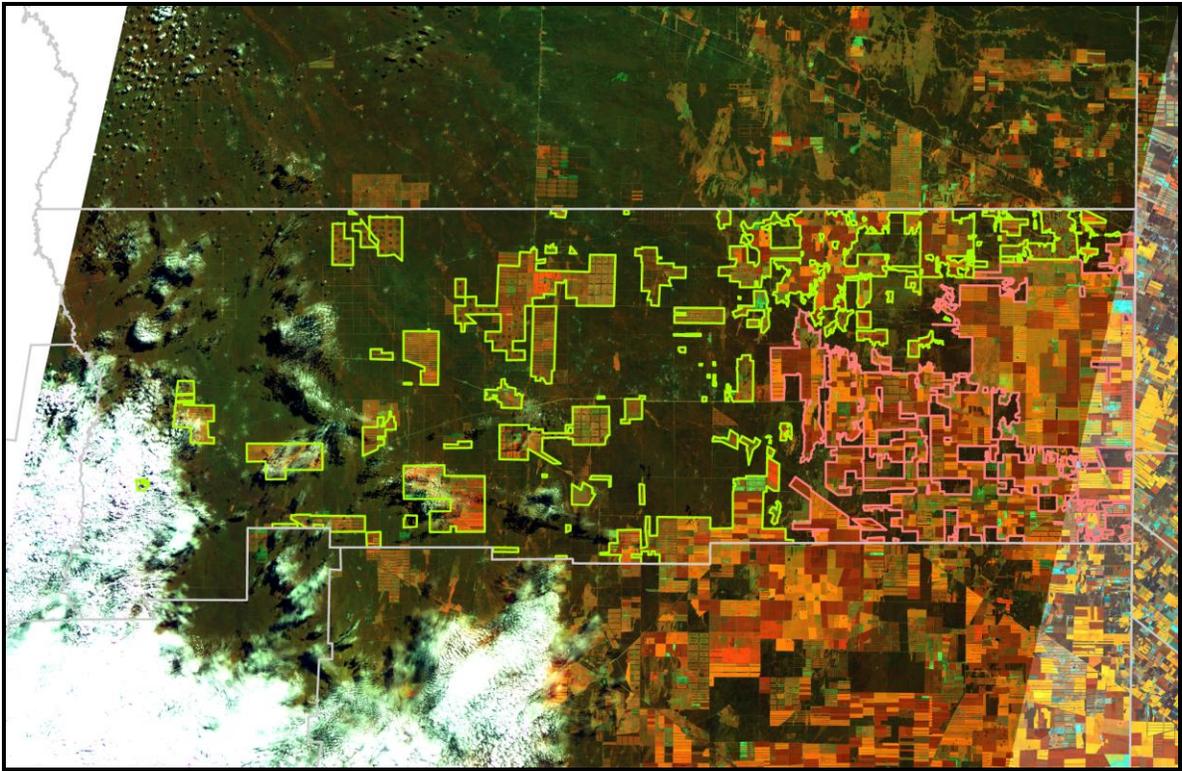
Class	Prod. Acc. (Percent)	User Acc. (Percent)
Maiz [Red] 55	87.07	95.23
Poroto [Yellow]	87.90	51.51
Pasturas [Blue]	39.53	68.07
Soja [Maroon]	98.87	100.00
Sorgo [Purple]	44.64	25.05
Potrero [Aqua]	99.70	99.70
CampoNatural	66.92	94.16
Desperdicio [57.66	59.70
Caña de Azuca	54.65	9.29

- (1) Método de Segmentos Aleatorios” para la estimación de la superficie sembrada con cultivos extensivos.
(2) Pablo Vázquez, Claudio Fonda, Florencio Moore. “Protocolo de trabajo en el área de Teledetección y SIG”

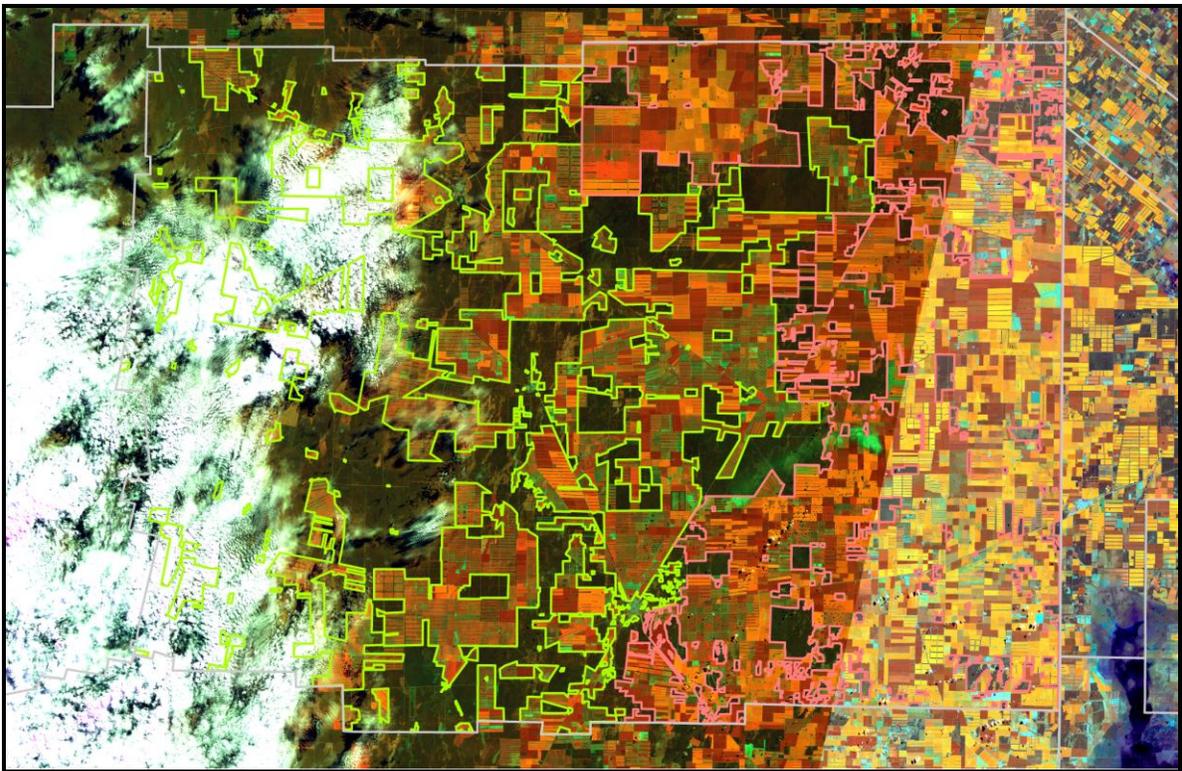
2-CENTROESTE: Departamentos de Alberdi, Moreno e Ibarra

La superficie de los Estratos es la siguiente:

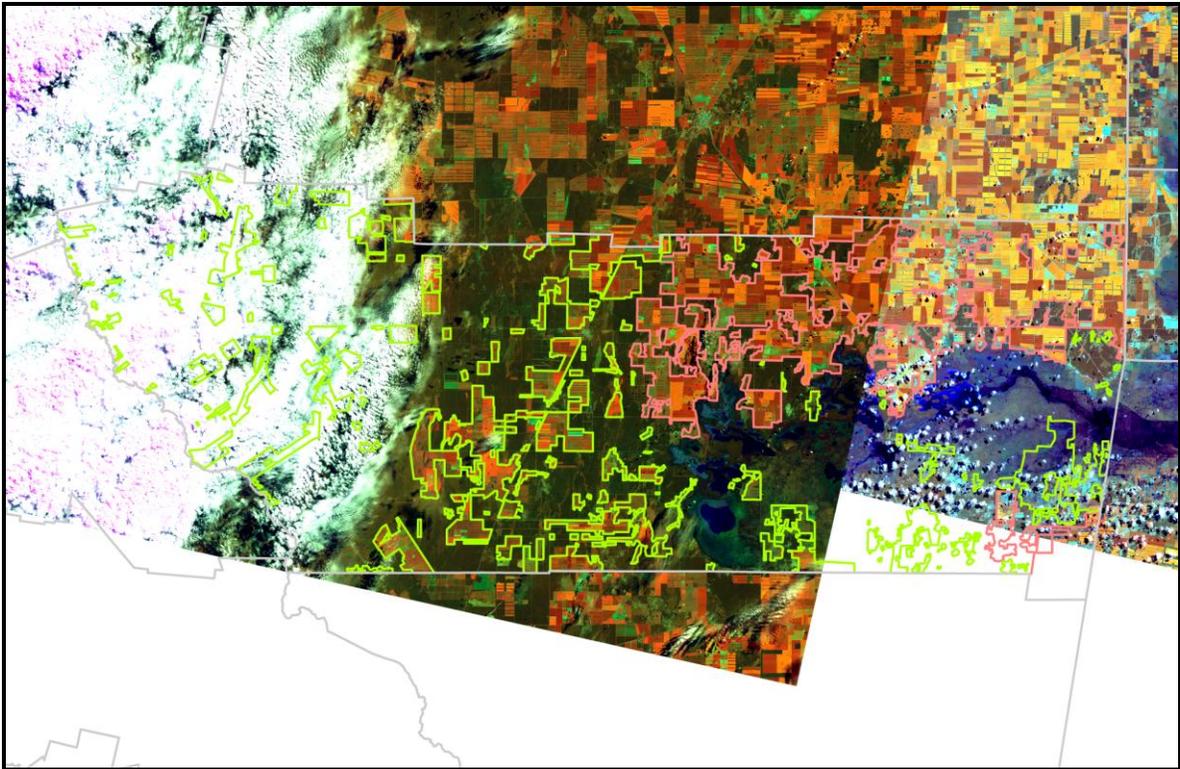
Superficie en has	ESTRATO A	ESTRATO C	TOTAL
ALBERDI	217,687	193,356	411,043
MORENO	506,386	402,755	909,141
JUAN F. IBARRA	157,761	127,074	284,835
TOTAL	881,834	723,185	1,605,019



Dpto. Alberdi

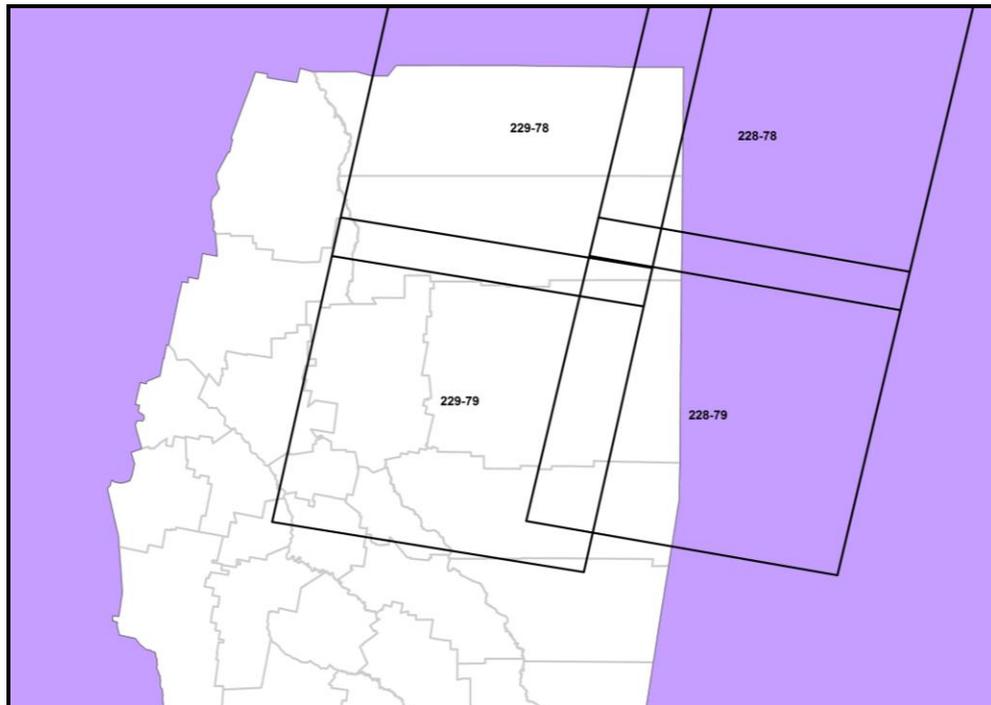


Dpto. Moreno



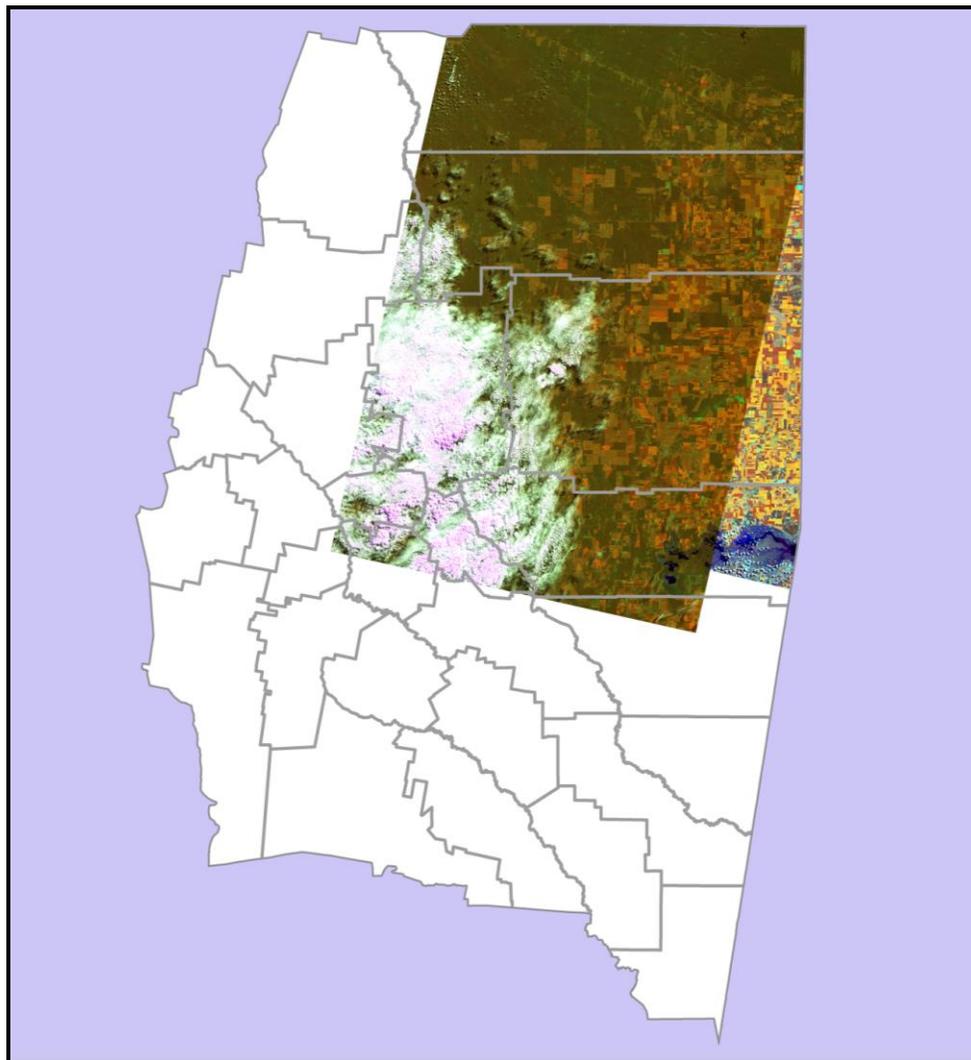
Dpto. Juan F. Ibarra

La zona Centro este de la Provincia está cubierta por 4 imágenes Landsat 8 228-78, 228-79, del 11 de marzo de 2014; y 229-78 y 229-79 del 3 de abril de 2014.



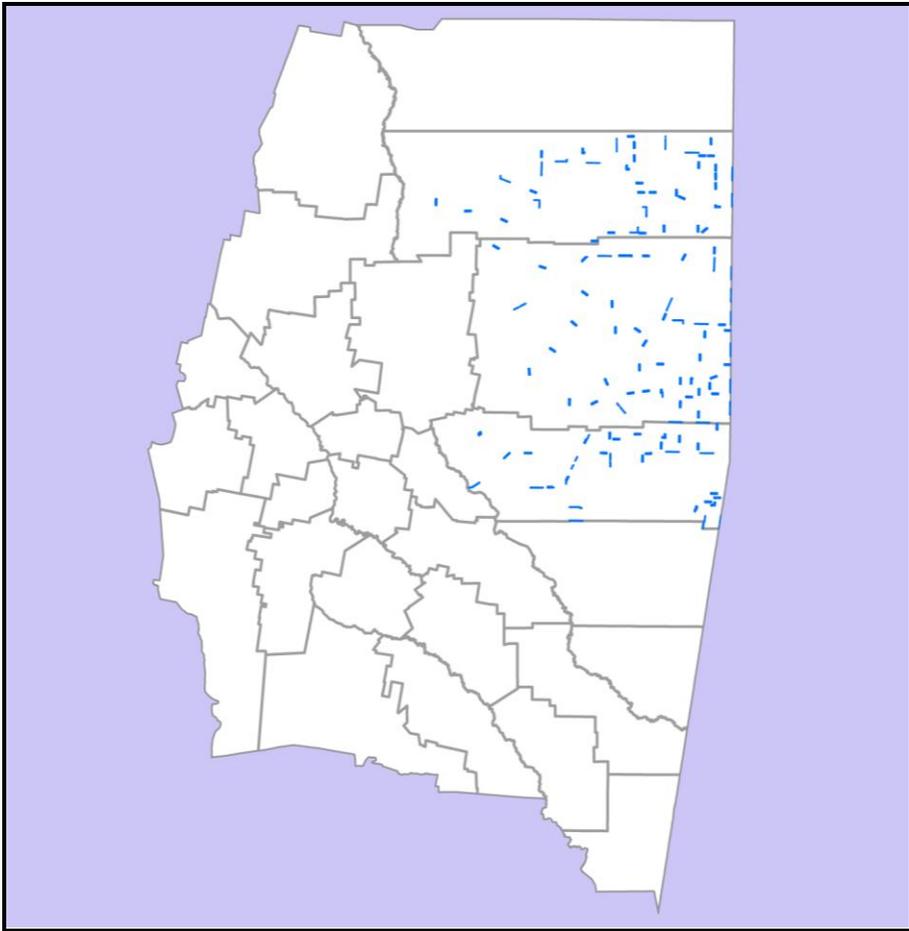
Casi un 50% de la imagen 229-79 está cubierta de nubes abarcando la zona central de la Provincia.

El procesamiento de las imágenes se hizo de manera similar al caso anterior.



La Verdad de Campo se relevó mediante 128 segmentos distribuidos aleatoriamente que representan 51.200 has divididas en 865 lotes. Se reservó la mitad de los registros para la Clasificación Supervisada y la otra mitad para la validación de los resultados.

El Depto. Copo no fue relevado.

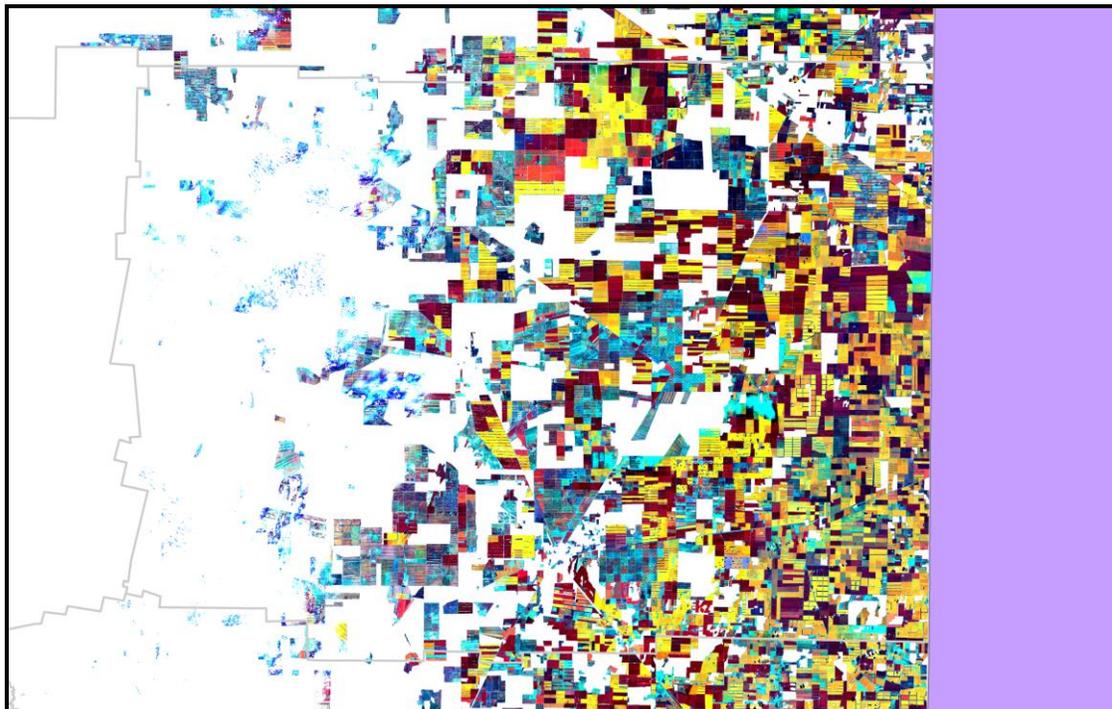


Distribución de los 128 segmentos aleatorios con la Verdad de Campo

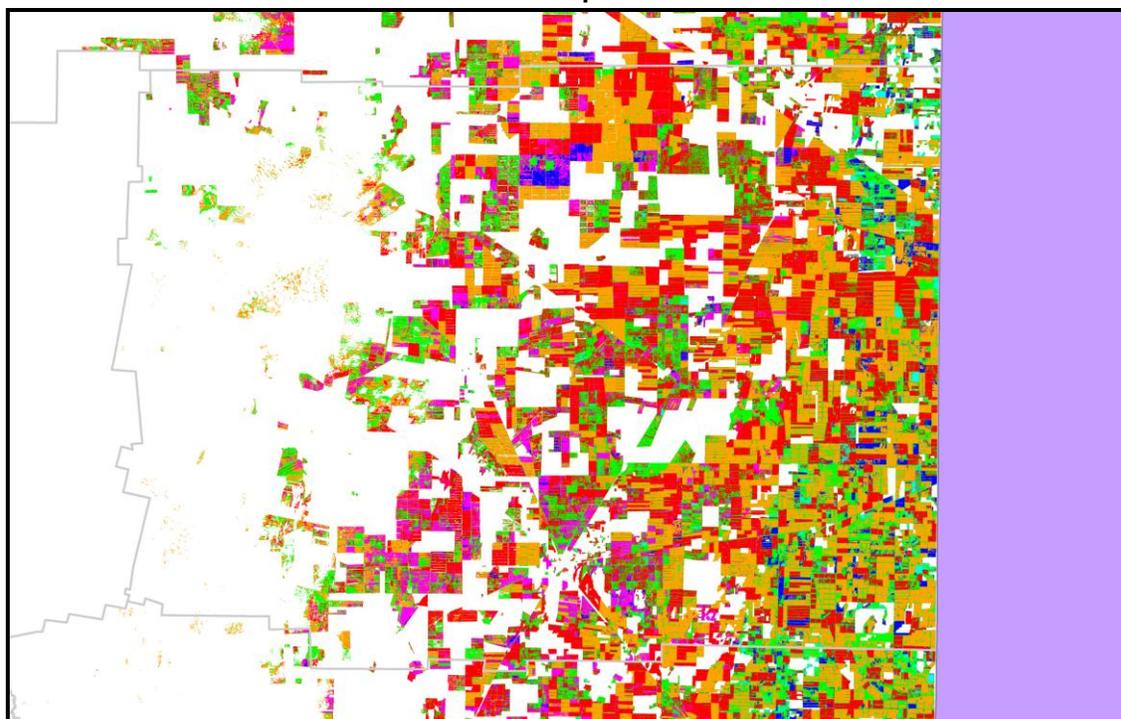


Detalle

Se clasificaron separadamente los Path 228 y 229 y, como en el caso anterior, se enmascararon las áreas no agrícolas de los Departamentos.



Máscara del Dpto. Moreno



Clasificación Supervisada. Detalle del Dpto. Moreno

■ Maíz ■ Soja ■ Sorgo ■ Pastura ■ Potrero

La evaluación arrojó el siguiente resultado:

Tabla de Confusión Path 229

CLASIFICADOS	VERDAD DE CAMPO						TOTAL	Correctos	Precis Prod.	Precis Usuar.
	S/D	Maíz	Soja	Sorgo	Algodón	Pastura				
Sin Clasificar	0	2	2	2	0	22	28	0		
Maíz	0	56	2	1	1	17	77	56	83.58	72.73
Soja	0	1	60	1	0	15	77	60	85.71	77.92
Sorgo	0	6	3	11	7	11	38	11	64.71	28.95
Algodón	0	0	0	0	1	0	1	1	8.33	100
Pastura	0	2	3	2	3	16	26	16	19.75	61.54
		67	70	17	12	81	247	144		
Overall Classification Accuracy = 58.30%										
Overall Kappa Statistics = 0.4666										

Tabla de Confusión Path 228

CLASIFICADOS	VERDAD DE CAMPO						Potrero	TOTAL	Correctos	Precis Prod.	Precis Usuar.
	S/D	Maíz	Soja	Sorgo	Algodón	Pastura					
Sin Clasificar	0	0	0	0	4	5	0	9	0		
Maíz	0	61	1	1	1	2	0	66	61	75.31	92.42
Soja	0	0	78	0	0	0	0	78	78	82.98	100
Sorgo	0	0	0	2	0	0	0	2	2	14.29	100
Algodón	0	2	5	6	6	8	1	28	6	31.58	21.43
Pastura	0	13	10	4	3	23	5	58	23	45.1	39.66
Potrero		5	0	1	5	13	1	27	1	14.29	4
		81	94	14	19	51	7	266	171		
Overall Classification Accuracy = 64.29%											
Overall Kappa Statistics = 0.5353											

La presencia de Algodón y Sorgo hace que los valores generales de las Clasificaciones sean bajos. Sin embargo, los coeficientes parciales de Maíz y Soja son aceptables y permiten dar un valor confiable de superficie.

Superficie de cultivos x departamento.

Cultivo: Maíz	Superficie (has.)	Cultivo: Soja	Superficie (has.)
Alberdi	138.502	Alberdi	112.608
Copo	11.933	Copo	8.093
Ibarra	61.350	Ibarra	58.839
Moreno	265.756	Moreno	262.430
TOTAL:	477.541	TOTAL:	441.970

3-SUDESTE: Gral. Taboada, Belgrano, Aguirre y Rivadavia

La superficie de cada estrato por Departamento, se detalla en el siguiente cuadro

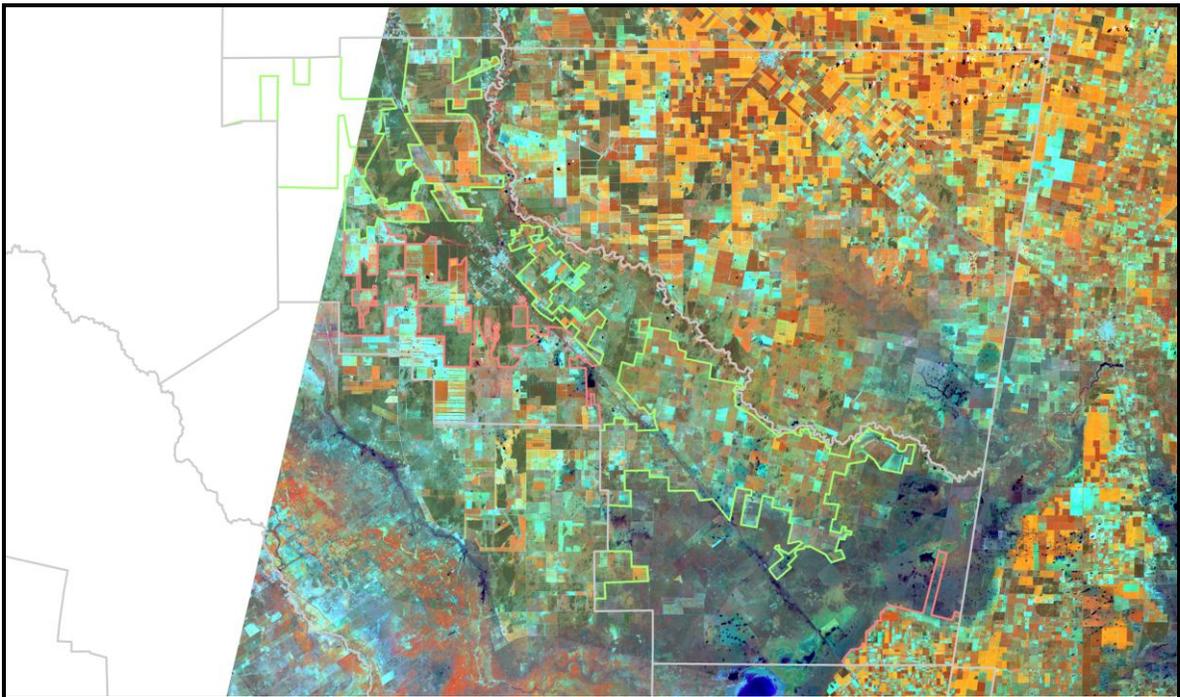
Superficie en has	ESTRATO A	ESTRATO C	TOTAL
GRAL. TABOADA	324,652	87,034	411,686
BELGRANO	181,693	67,493	249,186
AGUIRRE	55,198	119,397	174,595
RIVADAVIA	110,541	-	110,541
TOTAL	672,084	273,924	946,008



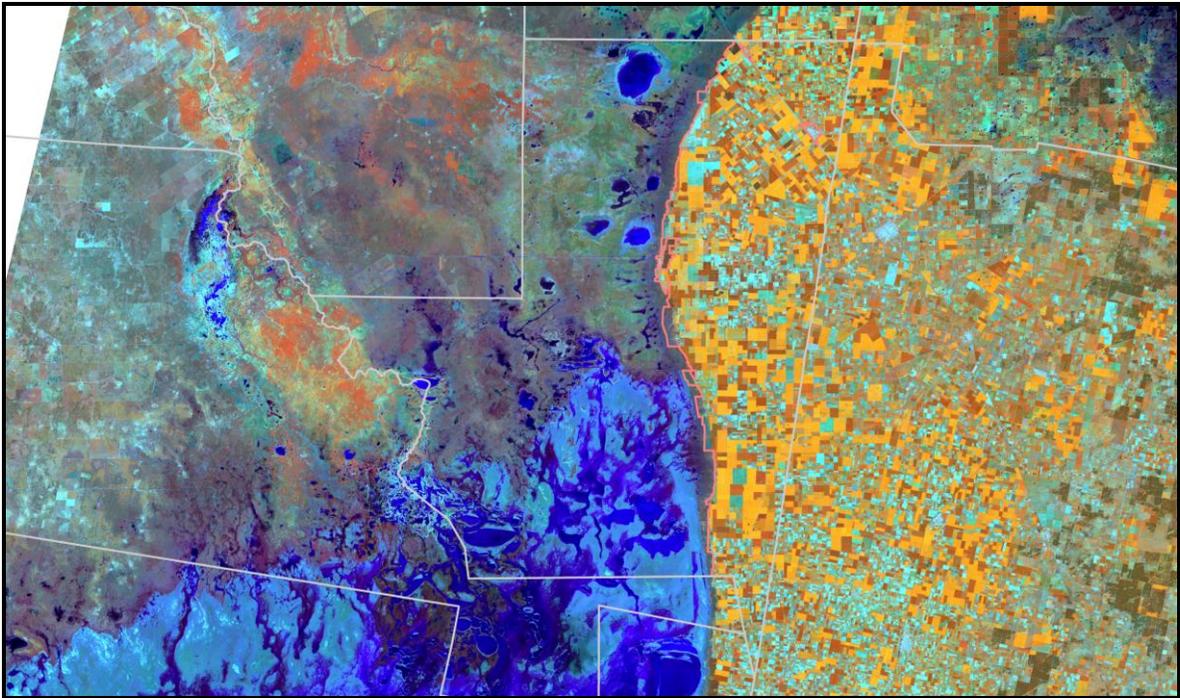
Dpto. Gral. Taboada



Dpto. Belgrano

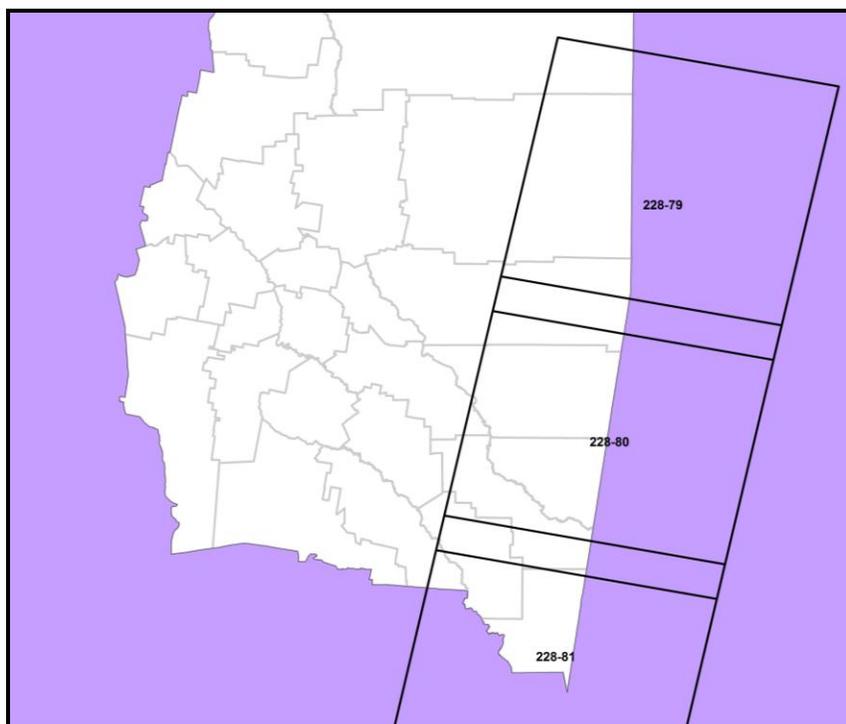


Dpto. Aguirre

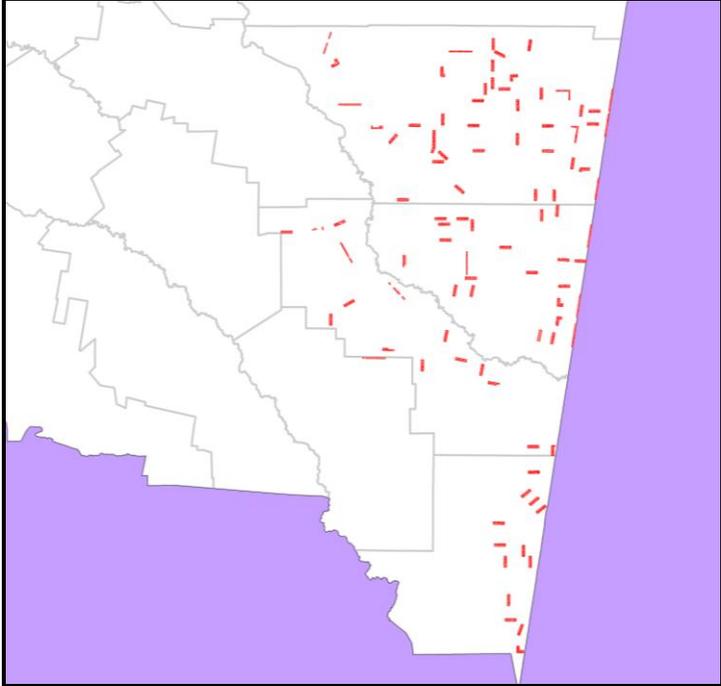


Dpto. Rivadavia

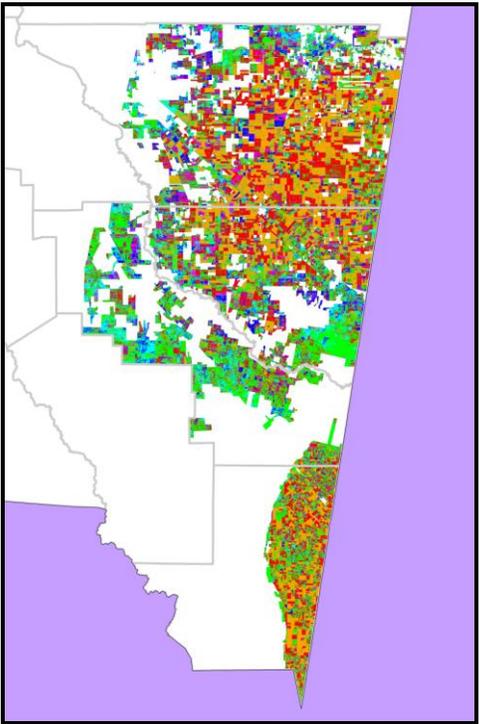
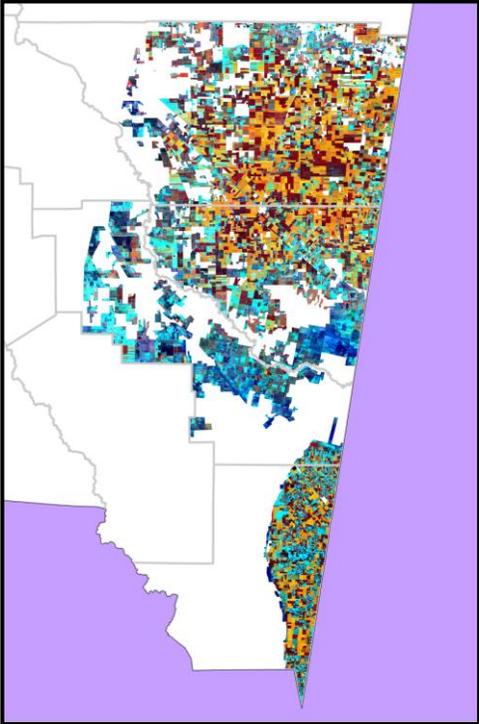
Se usaron Imágenes Landsat 8 Path-Row 228-79, 228-80 y 228-81 del 11 de marzo de 2014 con el mismo tratamiento que los casos anteriores.

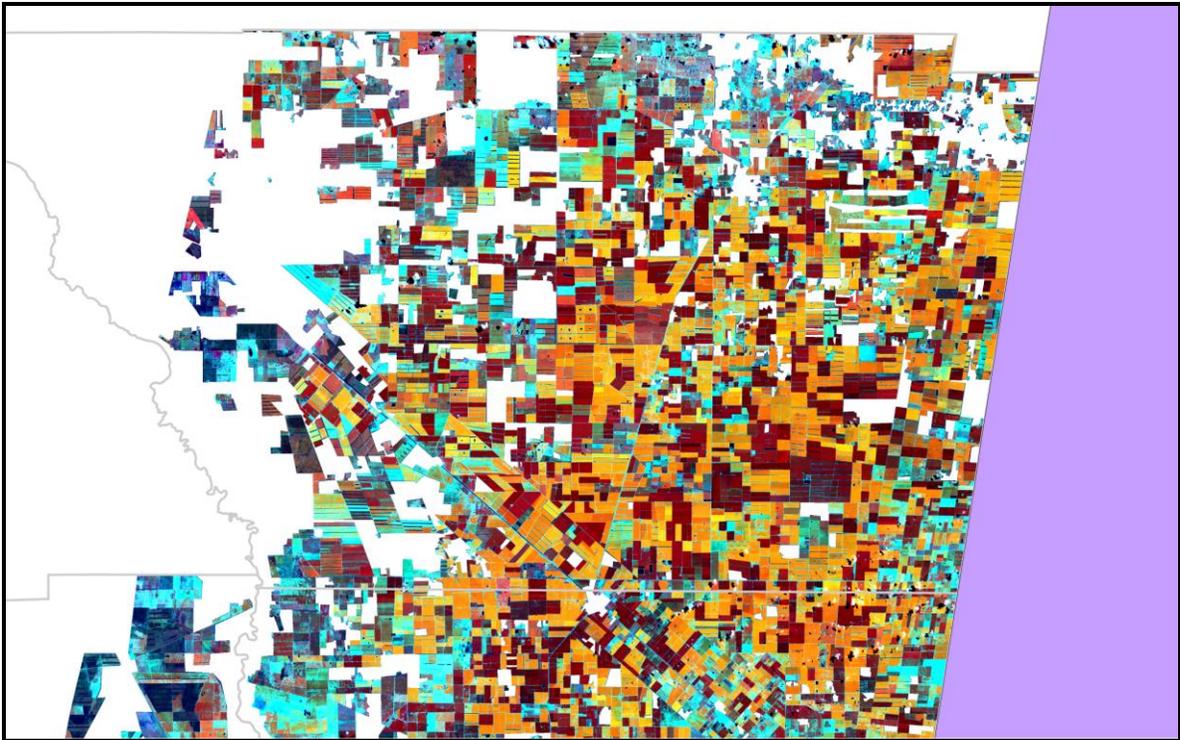


La Verdad de Campo se relevó mediante 97 segmentos distribuidos aleatoriamente que representan 38.800 has divididas en 941 lotes. Como en los casos anteriores, se reservó la mitad de los registros para la Clasificación Supervisada y la otra mitad para la validación de los resultados.

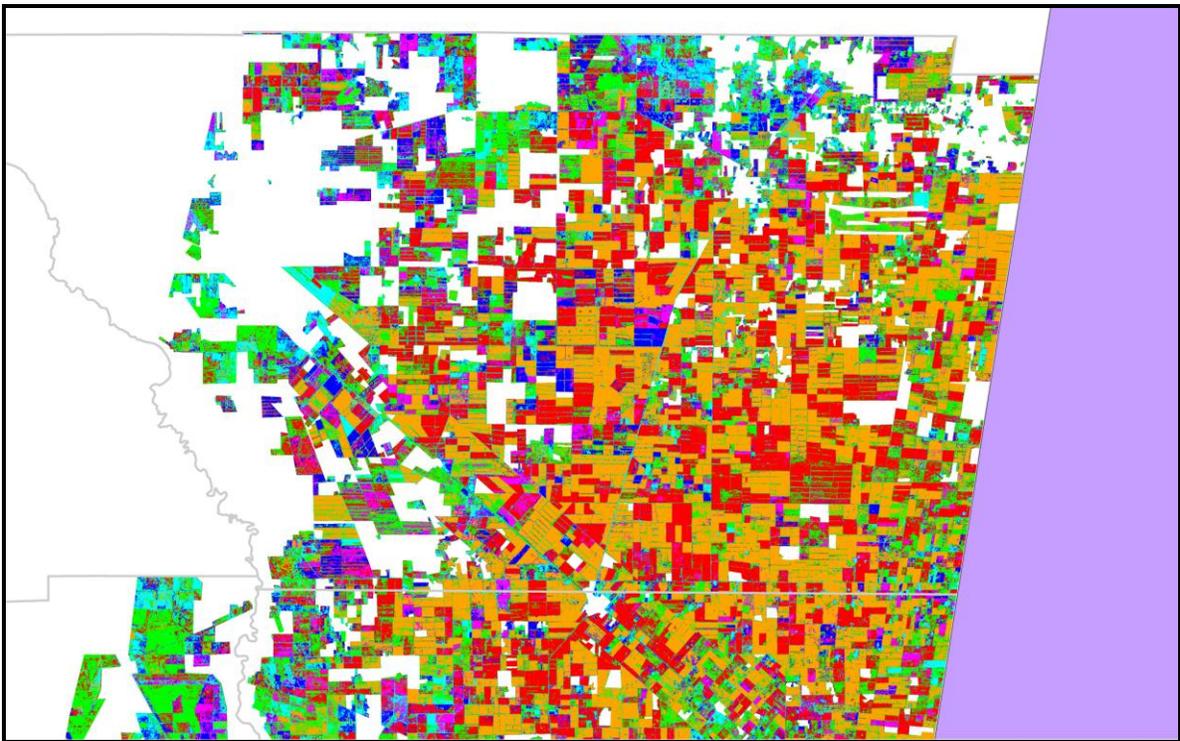


Distribución de los 97 segmentos





Detalle de la imagen enmascarada del Dpto. Taboada



Detalle de la Clasificación Supervisada del Dpto. Taboada

Maíz Soja Sorgo Pastura Potrero

Tabla de Confusión de la Clasificación del SUDESTE

CLASIFICADOS	VERDAD DE CAMPO						Potrero	TOTAL	Correctos	Precis Prod.	Precis Usuar.
	S/D	Maíz	Soja	Sorgo	Algodón	Pastura					
Sin Clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Maíz	0	88	1	5	1	30	1	126	88	73.33	69.84
Soja	0	4	125	0	0	11	0	140	125	86.81	89.29
Sorgo	0	5	3	7	1	18	0	34	7	25.93	20.59
Algodón	0	4	0	7	5	20	2	38	5	50	13.16
Pastura	0	16	13	4	0	71	3	107	71	38.8	66.36
Potrero		3	2	4	3	33	3		3	33.33	6.25
		120	144	27	10	183	9	493	299		
Overall Classification Accuracy = 64.29%											
Overall Kappa Statistics = 0.5353											

También en este caso los coeficientes para Maíz y Soja resultan aceptables, por lo que puede obtenerse un valor de superficie para ambos cultivos.

Superficie de cultivos x departamento.

Cultivo: Maíz	Superficie (has.)	Cultivo: Soja	Superficie (has.)
Aguirre	24.933	Aguirre	9.149
Belgrano	58.336	Belgrano	54.528
Gral. Taboada	101.715	Gral. Taboada	113.147
Rivadavia	30.369	Rivadavia	34.624
TOTAL:	215.353	TOTAL:	211.448

Superficie Total obtenida por el método de clasificación supervisada de imágenes satelitales.

MAIZ		SOJA	
Departamento	Superficie (has.)	Departamento	Superficie (has.)
Aguirre	24.933	Aguirre	9.149
Belgrano	58.336	Belgrano	54.528
Gral. Taboada	101.715	Gral. Taboada	113.147
Rivadavia	30.369	Rivadavia	34.624
Alberdi	138.502	Alberdi	112.608
Copo	11.933	Copo	8.093
Ibarra	61.350	Ibarra	58.839
Moreno	265.756	Moreno	262.430
Jimenez	46.720	Jimenez	38.610
Pellegrini	48.630	Pellegrini	28.690
TOTAL	788.244	TOTAL	720.718

Comparativo con el Método de Segmentos Aleatorios

DEPARTAMENTO	MAÍZ			SOJA		
	EXPANSIÓN*	CLASIFICACIÓN	%	EXPANSIÓN*	CLASIFICACIÓN	%
AGUIRRE	26,151	24,933	-4.66	9,395	9,149	-2.62
ALBERDI	88,394	138,502	56.69	95,374	112,608	18.07
BELGRANO	89,183	58,336	-34.59	77,393	54,528	-29.54
GRAL. TABOADA	113,991	101,715	-10.77	166,526	113,147	-32.05
JIMÉNEZ	50,332	46,720	-7.18	70,769	38,610	-45.44
JUAN F. IBARRA	61,093	61,350	0.42	67,463	58,839	-12.78
MORENO	204,894	265,756	29.70	297,842	262,430	-11.89
PELLEGRINI	51,811	48,630	-6.14	43,378	28,690	-33.86
RIVADAVIA	19,774	30,369	53.58	45,717	34,624	-24.26
TOTAL	705,623	776,311	10.02	873,857	712,625	-18.45

*Datos obtenidos por expansión directa de los datos de los segmentos (Método de los Segmentos Aleatorios)

Bibliografía

- Carlson T. y Riziley D. (1997). On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. *Remote Sens. Environ.* 62: 241-252.
- Caselles V. y López M. J. (1989). An alternative simple approach to estimate atmospheric correction in multitemporal studies. *Int. J. Remote Sensing.* 10: 1127-1134.
- Chuvieco E. (2000). *Fundamentos de teledetección espacial. Capítulo 7. Tratamiento digital de imágenes: II. Generación de información temática* Ediciones Rialp, S.A. Madrid. Tercera edición. 406-408.
- Gitelson A. A., Stark R., Grits U., Rundquist D., Kaufman Y. y Derry Y. (2002). Vegetation and soil lines in visible spectral space: a concept and technique for remote estimation of vegetation fraction. *Int. J. Remote Sensing.* 23 (13), 2537–2562.
- Matsushita B. y Tamura M. (2002). Integrating remotely sensed data with an ecosystem model to estimate net primary productivity in East Asia. *Remote Sens. Environ.* 81: 58–66.
- NASA. (2001). *Landsat 7 Science Data Users Handbook*: http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/las/handbook/handbook_htmls/chapter12/chapter12.html
- Rivas, R., Weizetel, P. y Usunoff E. (2005). Resultados preliminares de la estimación del estrés hídrico a partir de temperatura de superficie y NDVI. *Actas II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales en Hidrología Subterránea – Relación aguas suoperficiales – aguas subterráneas. Río Cuarto – Cordoba.* 195-202.
- Skidmore A. K. (1989). An expert system classifies eucaliptus forest types using Thematic Mapper data and digital terrain model. *Photogrammetric Eng. and Remote Sensing.* 55: 1149-1464.
- USGS. (2000). *MRLC 2000 Image Preprocessing Procedure.* U.S. Department of Interior. 8 pp.
- Vázquez, P., Massuelli, S. y Platzcek G. (2006). Determinación de patrones espectrales para distintos usos del suelo en ambientes heterogéneos. *Publicación técnica nº1.* Ediciones INTA. ISSN 1850-6496. 34 pp.