

Aporte de la percepción remota en el estudio y manejo de los procesos de desertificación en Centro-Oeste de Argentina

Graciela Salinas de Salmuni,

**Delimitación de ambientes con baja
cobertura vegetal. uso de imágenes Landsat
TM**

**Identificación de texturas erosivas. Uso de
imágenes Landsat TM**

**Desarrollar técnicas analíticas que
permitan diferenciar cambios**

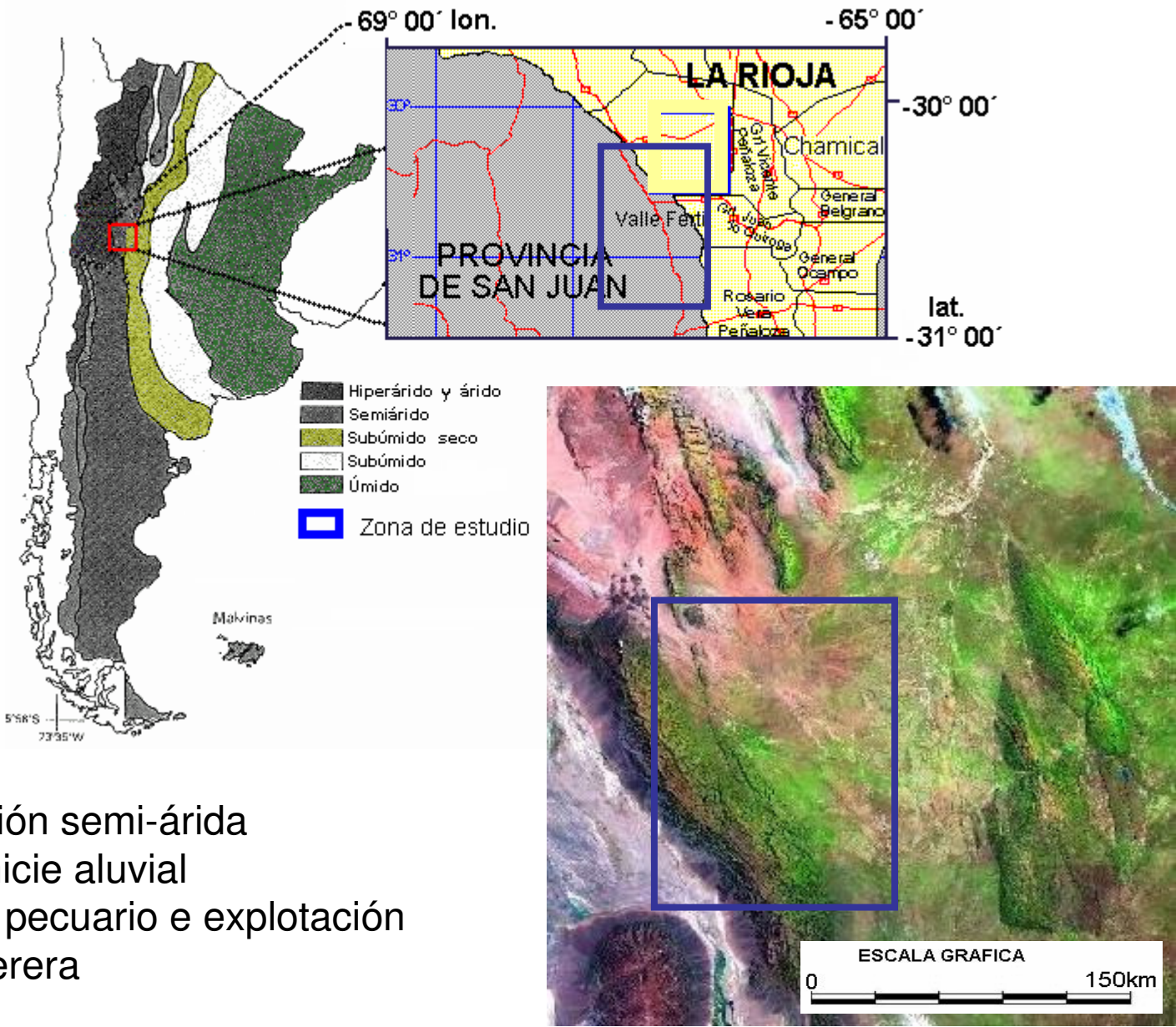
identificación de texturas en las imágenes SAR
en área semi-árida

uso da combinación de imagenes de
interferometria ers com imagenes opticas
landsat tm para identificac e caraterización de
la degradación en la planicie aluvial del semi-
árido de la argentina



**Delimitación de ambientes con baja
cobertura vegetal. uso de imágenes
Landsat TM**

Ubicación del área: Llanos de Valle Fértil, San Juan



- Región semi-árida
- Planicie aluvial
- Uso pecuario e explotación maderera

Las principales actividades ganaderas en la zona se relacionan con la explotación bovina de cría y caprina de subsistencia.



pastoreo extensivo en el bosque, destrucción de los árboles jóvenes y de los retoños

- clareamiento de los bosques

- empobrecimiento y deterioro del suelo

La extracción de leña para quemar y de madera para la construcción

Aspectos Fisonómico-estructurales

- ausencia de un estrato arbóreo continuo de cualquier altura;
- estrato arbustivo continuo, variando desde denso hasta abierto en las áreas más áridas;
- ausencia de un estrato gramíneo perenne continuo;
- la baja altura de la vegetación con las especies más altas entre 12 e 15 metros;
- las especies leñosas (arbóreas, arbustivas y suculentas) son fisonómicamente dominantes;
- la gran heterogeneidad del follaje, desde perenne hasta decíduo;
- la existencia permanente o estacional de alta proporción de suelo desnudo.



La transformación Tasseled Cap

Desarrollada por Kauth and Thomas (1976).

Está basada en las técnicas de ortogonización secuencial Gram-Schmidt que produce una transformación ortogonal del espacio de los datos de los cuatro canales de las imágenes Landsat MSS originales a un nuevo espacio definido por nuevos ejes ortogonales (Jensen, 1996).

La transformación Tasseled Cap supone pasar de las 6 bandas de Landsat TM (excluida la banda térmica), a 3 bandas que tienen un claro sentido físico y representan el brillo de la imagen, el verdor y la humedad. Estas nuevas bandas se obtienen por sumas ponderadas de todas las bandas de TM originales, aplicando las siguientes ecuaciones:

Componentes

	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>C5</i>	<i>C7</i>
<i>(IBS) Brillo:</i>	0.3037	0.2793	0.4743	0.5585	0.5082	0.1863
<i>(IVV) Verdor:</i>	-0.2848	-0.2435	-0.5436	0.7243	0.0840	-0.1800
<i>(IH) Humedad:</i>	0.1509	0.1973	0.3279	0.3406	-0.712	-0.4572

Coeficientes calculados por Crist y Cicone (1984) para imagen Landsat TM

Uso de realces espectrales.

Transformación por Componentes Principales

El análisis por componentes principales (ACP) es una técnica muy utilizada, con bandas de una fecha con los siguientes objetivos:

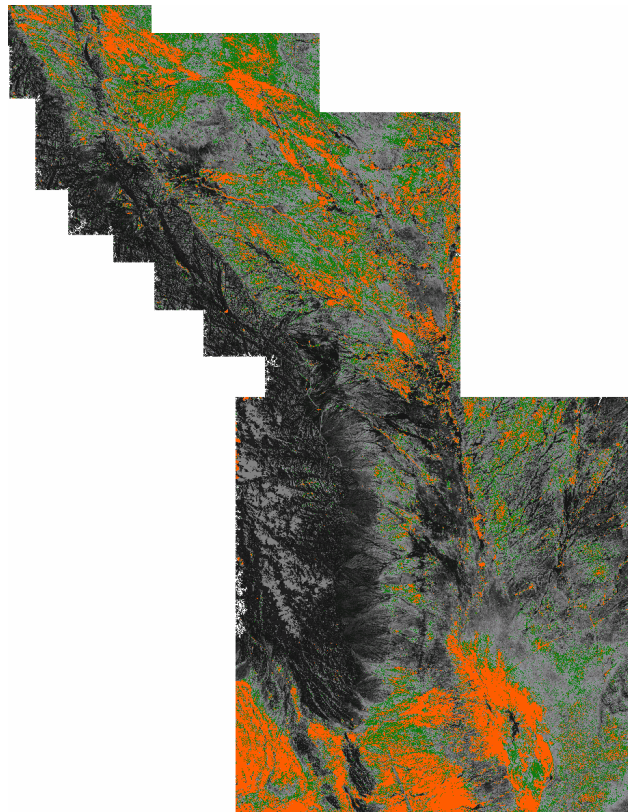
- Realzar los valores originales de las bandas,
- Descorrelación de bandas,
- Compresión de datos,
- Combinación entre bandas de diferente resolución espacial (merge),
- Fusión de bandas multiespectrales con bandas pancromáticas, entre otros.

Los valores de los píxeles de las bandas originales son convertidos en valores, que no tienen un significado físico en el terreno.

El análisis estadístico en la cual se basa esta técnica, tiene algunas particularidades como es el de eliminar la mayor parte de las diferencias en las bajas frecuencias de la imagen, realizando una calibración relativamente automática entre imágenes (Richards, 1998).

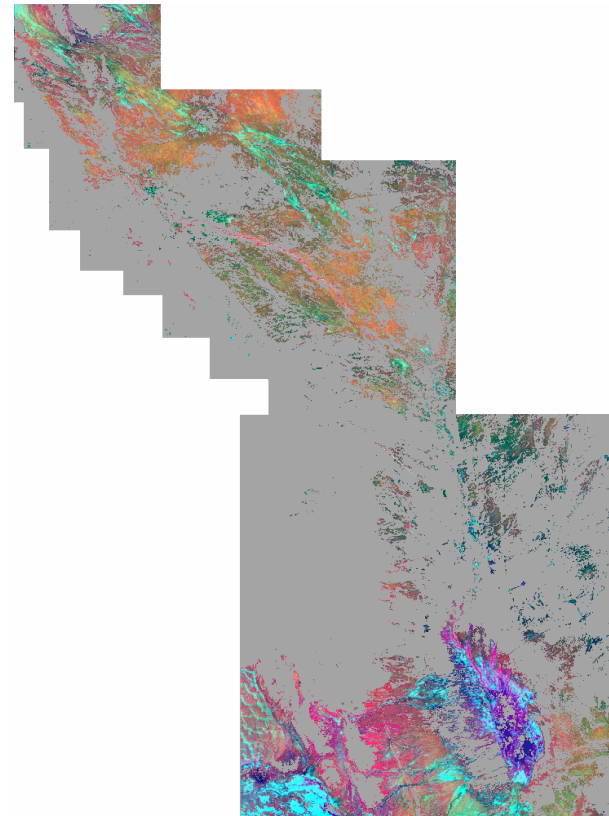
Delimitación de zonas con baja cobertura vegetal

Indice de brillantez de suelo



En amarillo áreas con cobertura arbustiva menor del 20%

Diferenciación de distintos tipos de suelos. Combinación PC3, B 5, B 3, ya que elimina el efecto de la vegetación



En azul claro las zonas de arbustal abierto sin pastizal

CONCLUSIONES

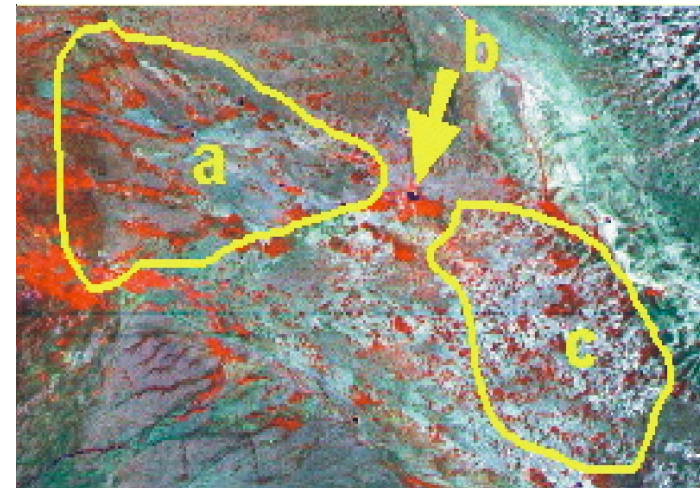
Las **Imagen combinación de índices, principales componentes y bandas**, resultó la más sensible para diferenciar las unidades que presentan alternancia de pequeños ambientes, tales como:

- el retamal de suelo arenoso,
- los barreales de suelo limo-arcilloso,
- pequeños peladares de suelo fino o arenoso dentro del bosque
- las zonas de colectores sobre suelo fino o suelo rocoso, afloramientos de suelo de superficie pedregosa.

Identificación de texturas erosivas. Uso de imágenes Landsat TM



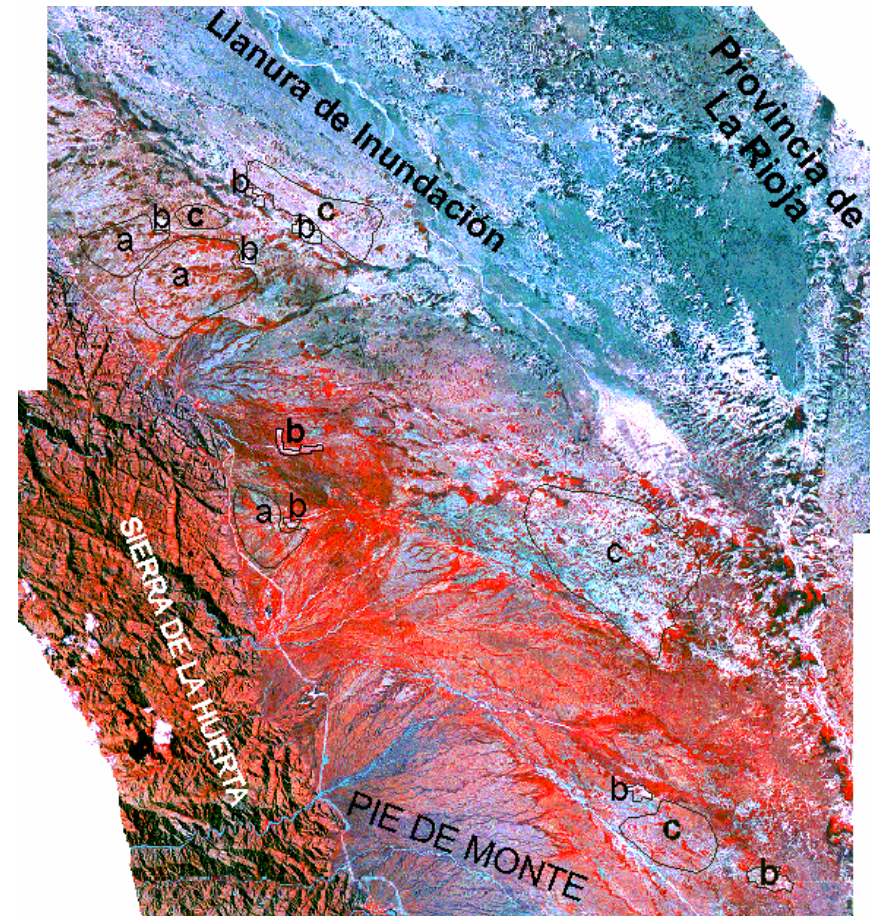
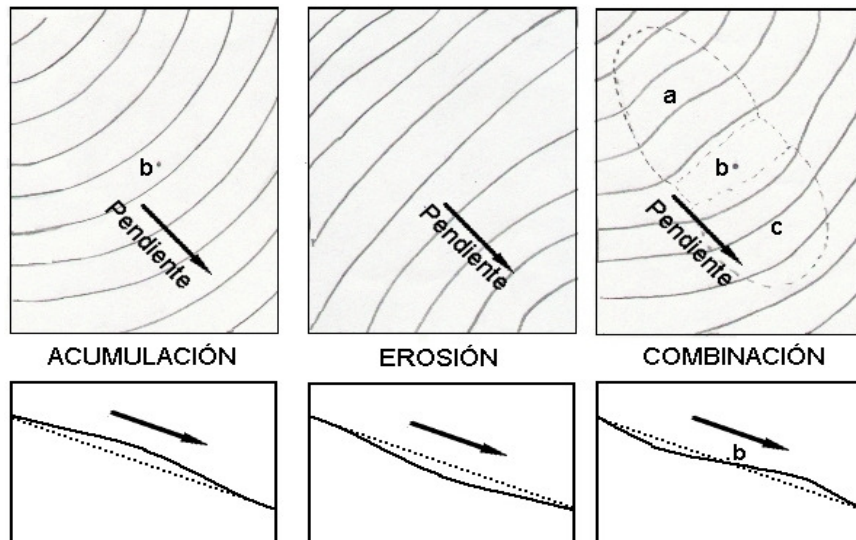
Análisis basada en colores, tonalidades, formas y texturas



Combinación 4,3,1

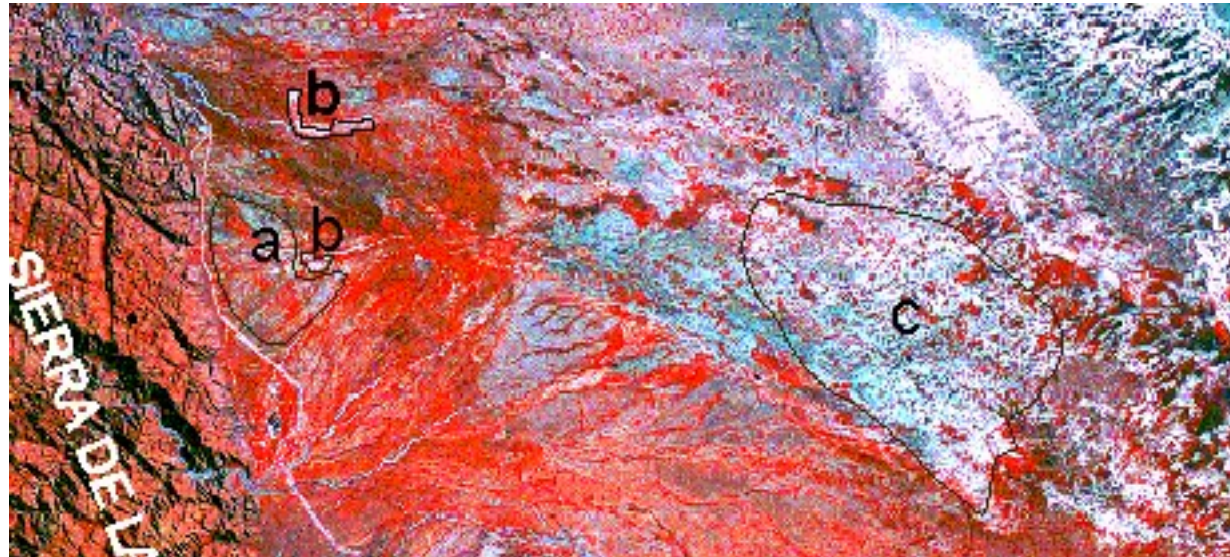
La banda 3 se aplicó filtro paso alto para realzar bordes

Relaciones horizontales entre las áreas



Sucesión de ciclos de sedimentación y erosión se pueden observar en la imagen por la presencia de vegetación, en forma de islas, distribuidas en una amplia zona con material fino de gran reflectividad

Delimitación de zonas afectadas por erosión hídrica



- a) **Tierra de Cárcavas**, algunas con textura definida solo por peladares desordenados, otras por la alta cobertura vegetal a lo largo de las cárcavas.
- a) **Zona de explotaciones agrícolas** con la mayor presión de uso, de texturas y bordes regulares, con la mayor proporción de suelo desnudo.
- b) **Tierra de colmatación de bajos y causes**, con suelo desnudo y vegetación en islas.



Desarrollar técnicas analíticas que permitan diferenciar cambios

Asociación entre la zona agrícola y los procesos de degradación (problemas de infiltración y un drenaje mediocre)

peladal c/zampa, jume y retortuño

Objetivo principal

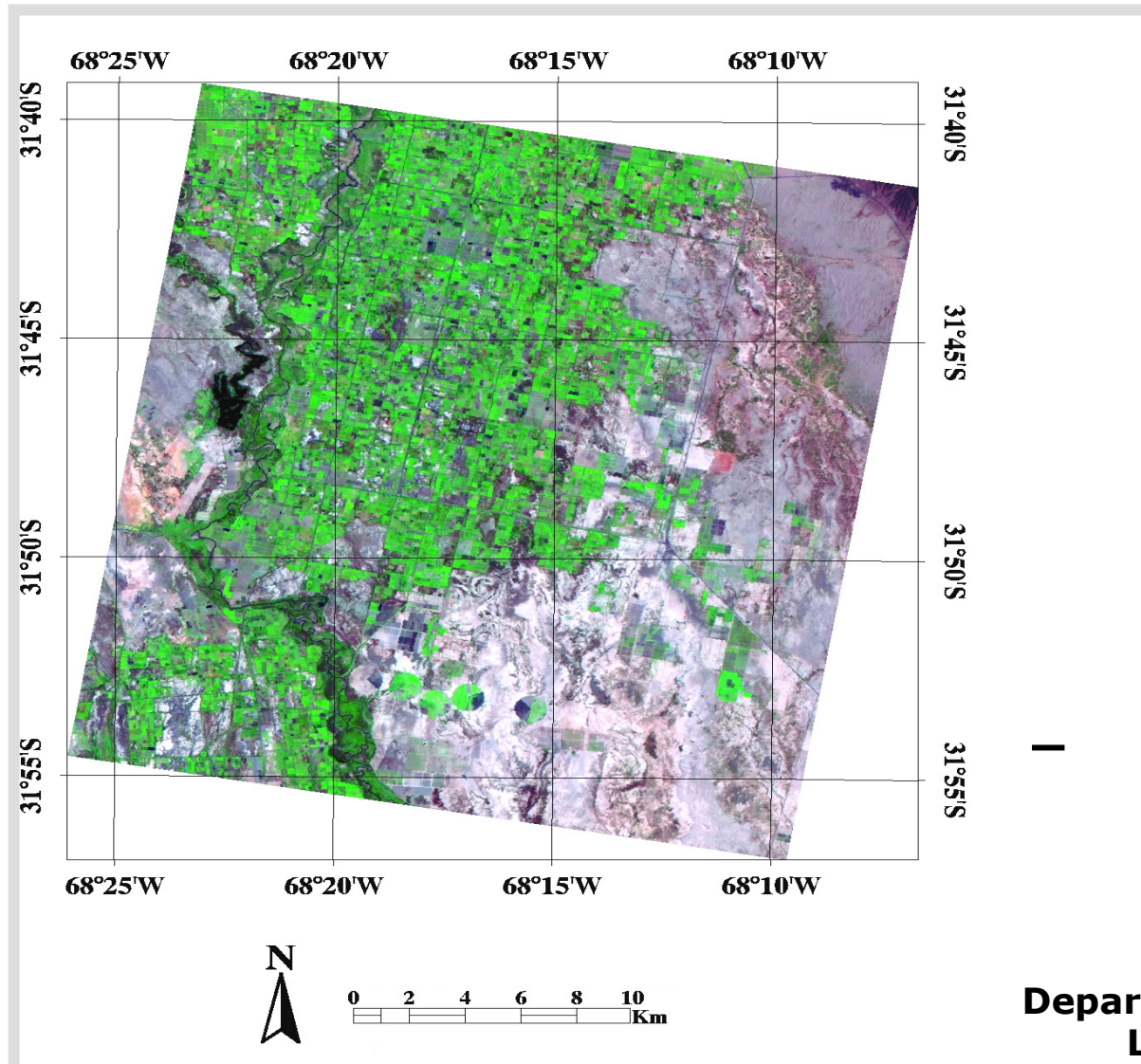
Generar una metodología sobre la base de las Tecnologías de Percepción Remota, en especial el uso de imágenes satelitales, para detectar la naturaleza, los procesos y las tendencias en el cambio del uso del suelo y la cobertura vegetal, en ambientes áridos.





- **Objetivos parciales**

- Seleccionar las imágenes satelitales más adecuadas, en función de la oferta disponible, en cuanto a resolución espacial, espectral, temporal y relación costo-beneficio.
- Caracterizar la zona de estudio identificando los tipos de cobertura y uso de suelo en la zona de estudio sobre la base de su respuesta espectral
- Desarrollar técnicas analíticas que permitan diferenciar cambios, caracterizándolos y cuantificándolos, a partir del procesamiento digital de imágenes de satelitales.
- Crear una visión prospectiva de la región definiendo tendencias en el cambio del uso del suelo.

AREA DE ESTUDIO

Clima es árido tipo desértico con valores medios de 96 mm de precipitación, 53 % de humedad relativa y 17,2 °C de temperatura media anual



REFERENCIAS	
	Verdes cultivos
	Gris blanco suelos con proceso de salinizacion
	Negro Suelos saturados y vegetación húmeda
	Marrón medanos con vegetación escasa

Departamento 25 de mayo Imagen Landsat TM 5 (RGB 543)

vegetación nativa

La vegetación nativa corresponde a la llamada “del Monte Occidental” representada por arbustos xerófilos y árboles aislados, con una cobertura escasa. Las especies más importantes son

- algarrobo (*Prosopis*),
- retamo (*Bulnesia retamo*),
- chañar (*Geoffrea decorticans*),
- jarilla (*Larrea cuneifolia*, *L. divaricata*).

En zonas salinas predomina

- zampa (*Atriplex lampa*),
- espina blanca (*Prosopis estrombulífera*),
- vidriera (*Suaeda divaricata*),
- jume (*Allenrolfea vaginata*), entre otras, Dalmaso et al., 1999.

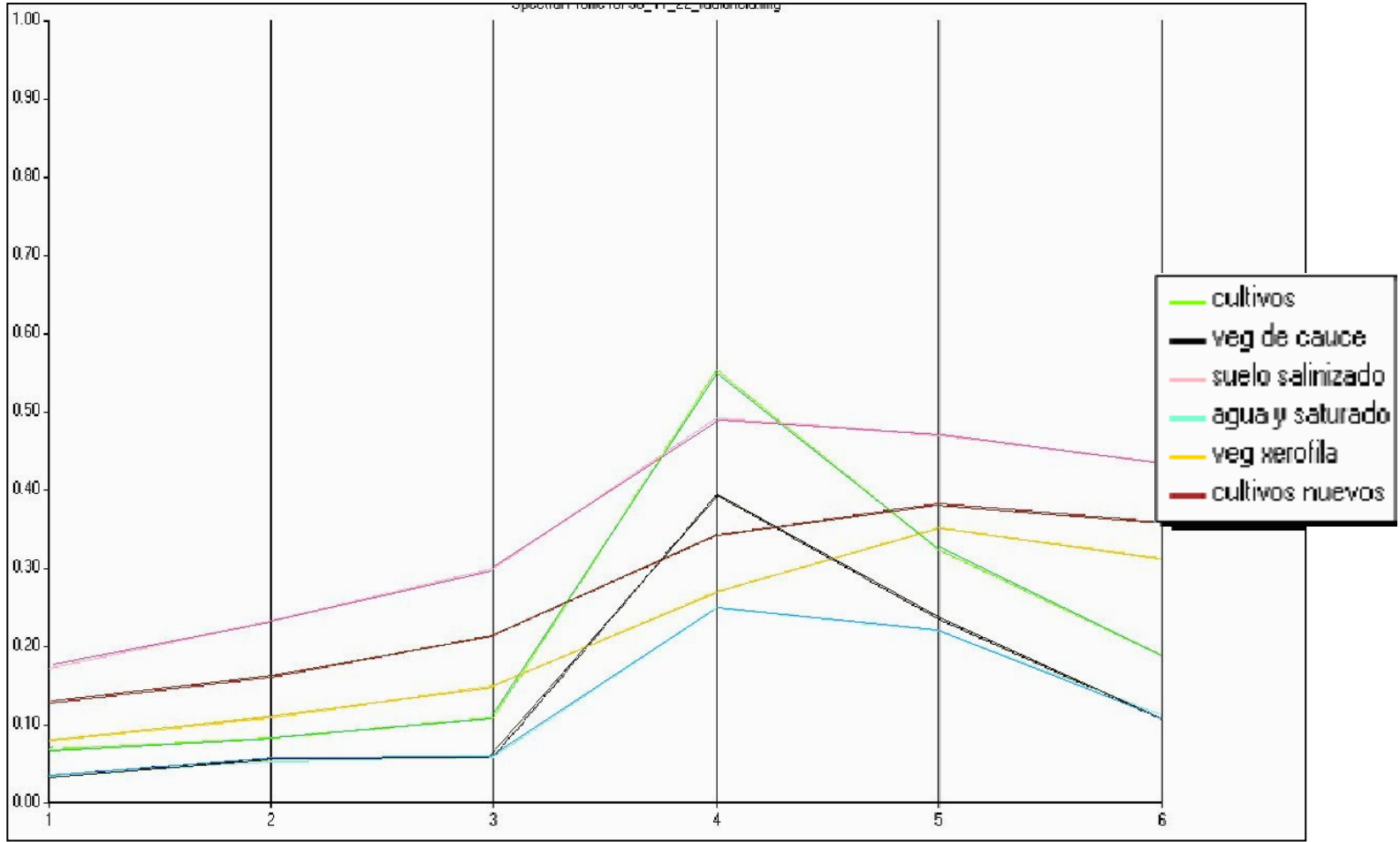
N de muestra	Descripción	Cobertura vegetal	Sal en superficie	Humedad	Suelo	Nivel de freática cm	Departamento
3	Zampal con retortuño	30%	Sal en superficie	Sin h	Pesado y muy seco	220	25 de Mayo



Landsat 5 TM (RGB 543)

Agosto

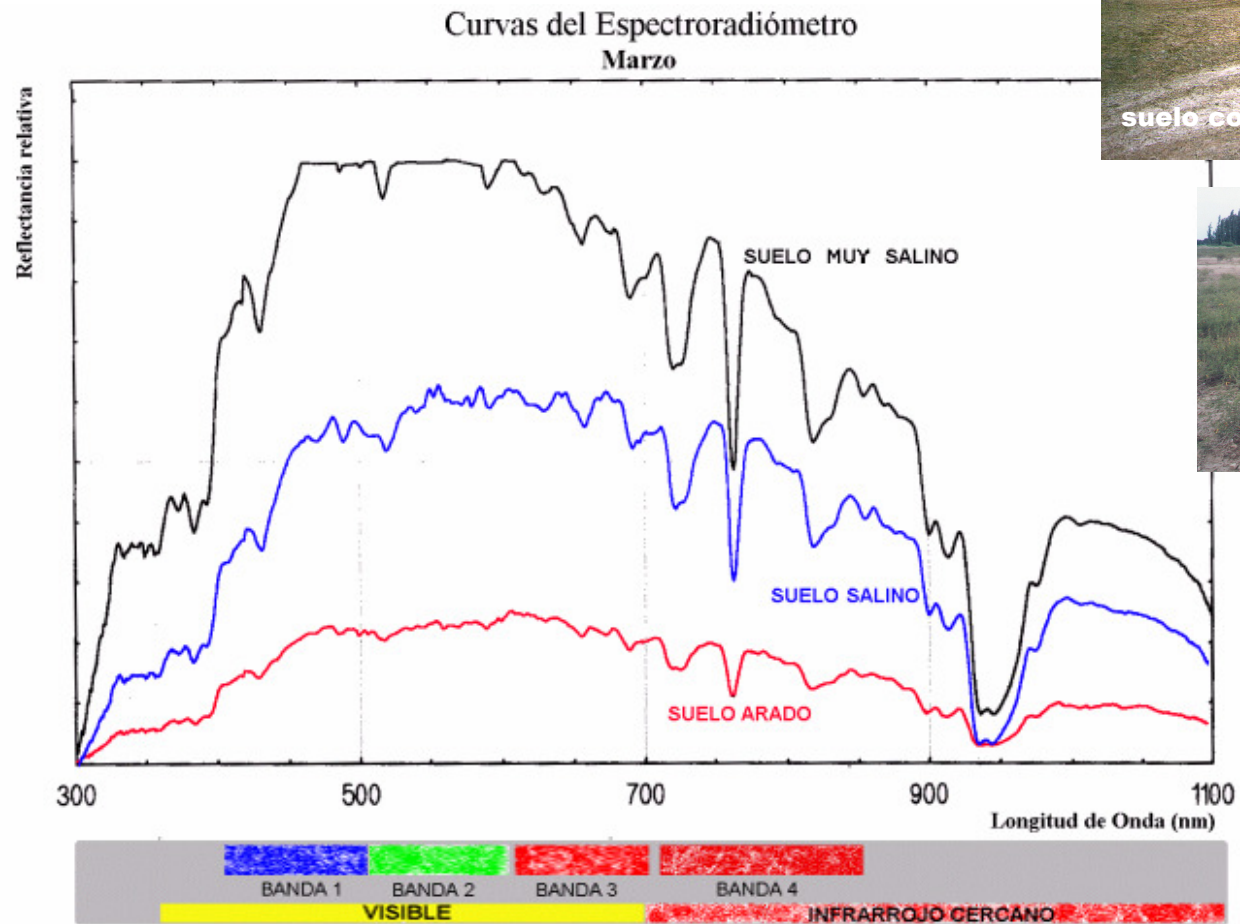
Respuestas espectrales en la zona de estudio



N° de muestra	Descripción	Cobertura	Sal en superficie	Humedad	Suelo	Nivel de la freática (en cm)	Departamento
15	jumeal c/retortuño	10%	sal en sup	sin humedad	s/dato	s/ dato	25 de Mayo

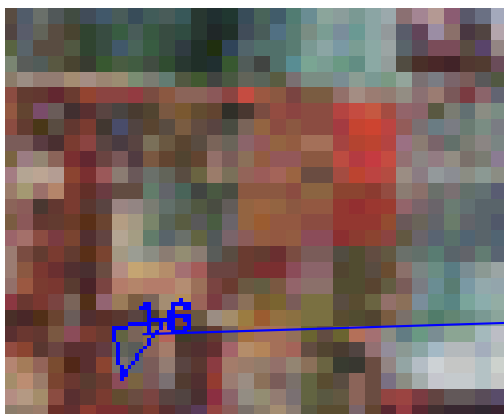


Muestra 15 tomada sobre suelo con proceso de salinización severo.



Curvas espectrorradiométricas de campo, de tres tipos de suelo, en la parte inferior del gráfico se observa el esquema de las bandas TM.

N° de muestra	Descripción	Cobertura	Sal en superficie	Humedad	Suelo	Nivel de la freática (en cm)	Departamento
16	jumeal c/retortuño, vidriera, y zampa	60%	s/sal en sup	húmedo	(es un bajo)	s/ dato	25 de Mayo



Muestra 16 tomada sobre suelo con proceso de salinización severo.

Las condiciones naturales que aceleran los procesos de salinización son:

- Escasa precipitación,
- Alta evapotranspiración y
- Drenaje restringido.

El drenaje restringido es un factor que contribuye a la salinización y está condicionado por el nivel freático poco profundo y una baja permeabilidad del suelo (mayor porcentaje de suelo limo arcilloso), impidiendo el movimiento descendente del agua proveniente del exceso de riego.



Parral en muy mal estado por efecto de la salinidad a la izquierda y

Plantación de tomates en un área salina a la derecha.

En primer plano la vegetación halófila de pequeño porte ("zampa" y "retortuño").

Trasformación *Tasseled Cap* (Crist and Kauth, 1986)

Bandas originales → IH,IVV,IBS
Combinacion RGB IH,IVV,IBS

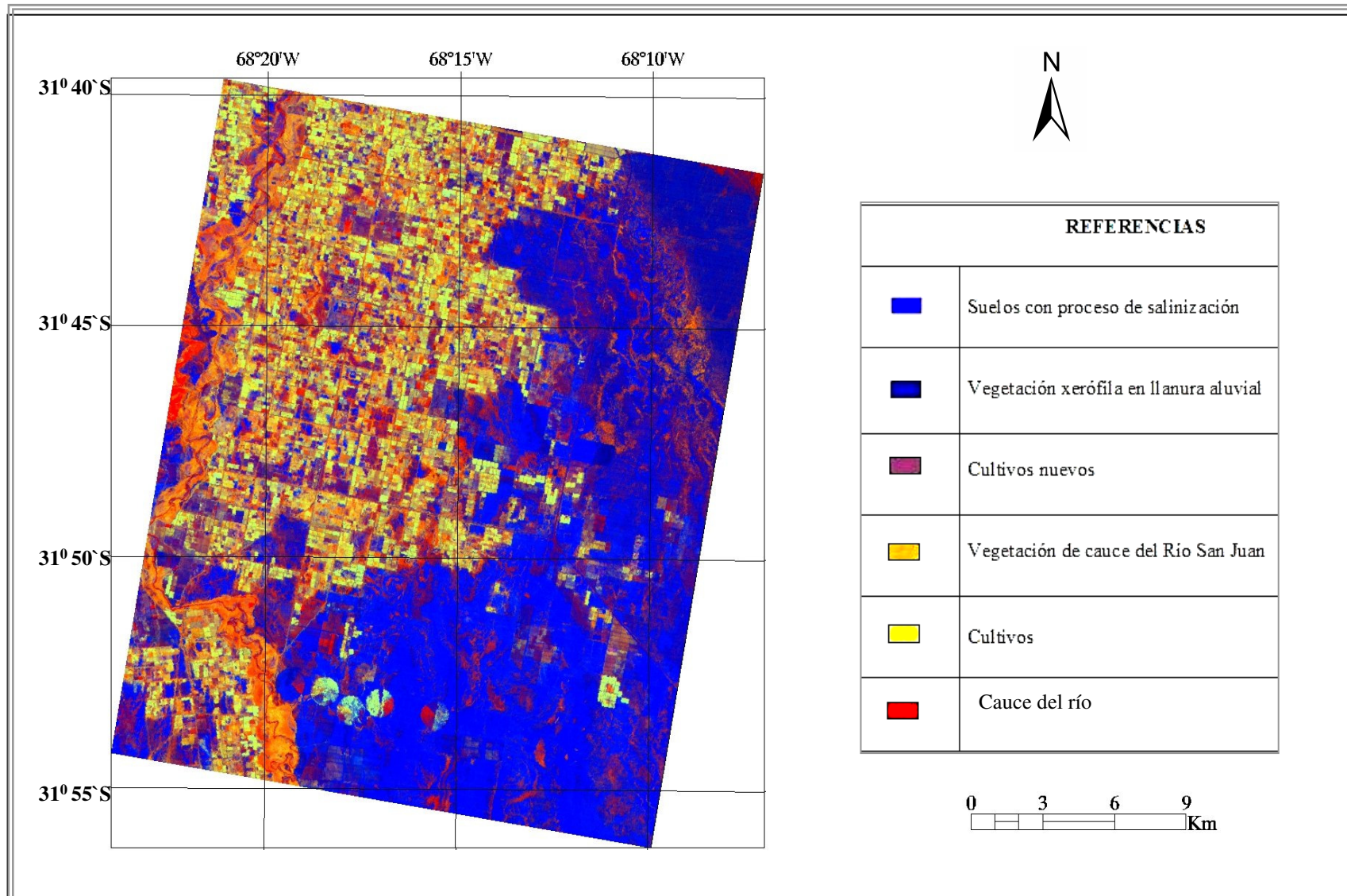


Diagrama de dispersión

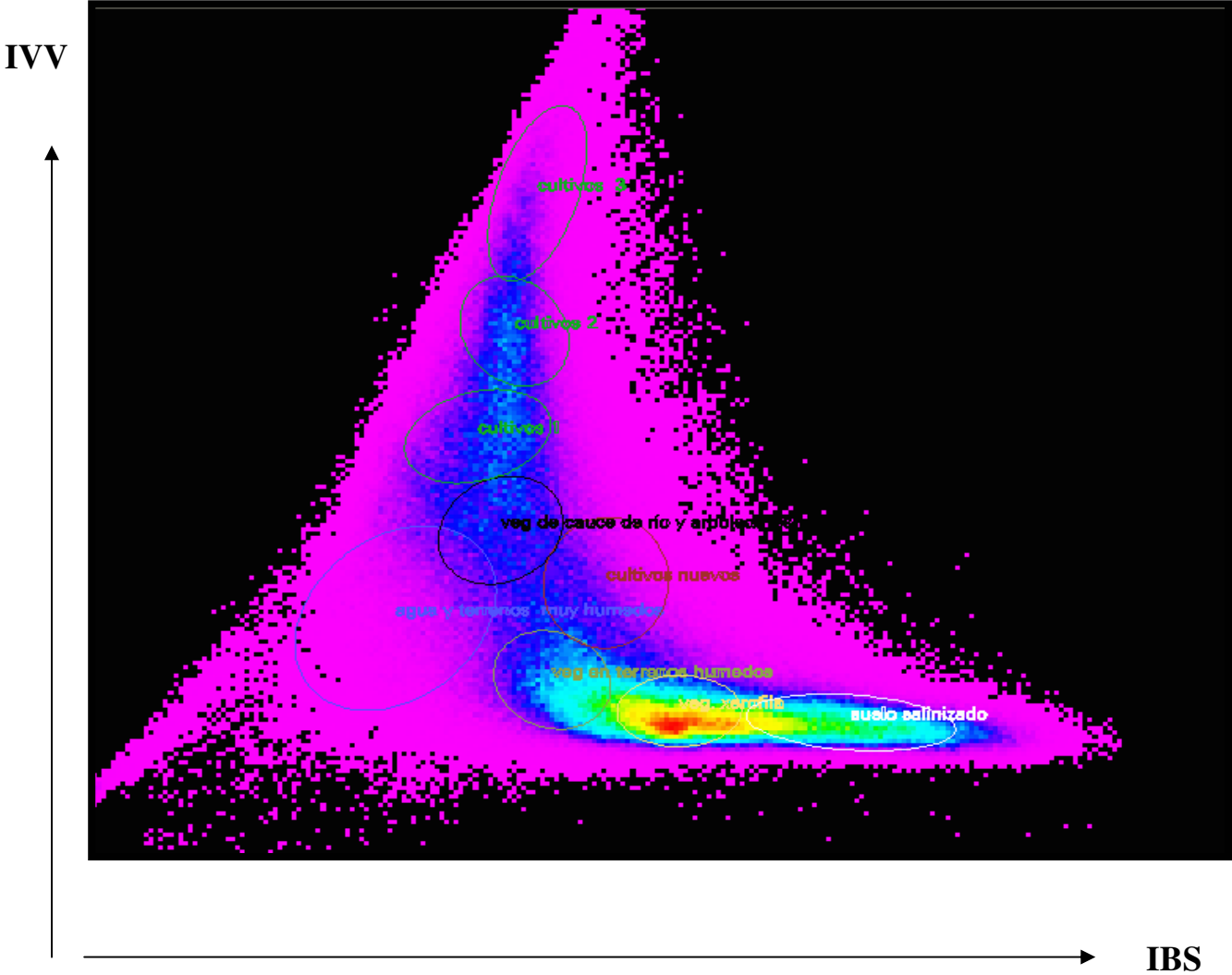
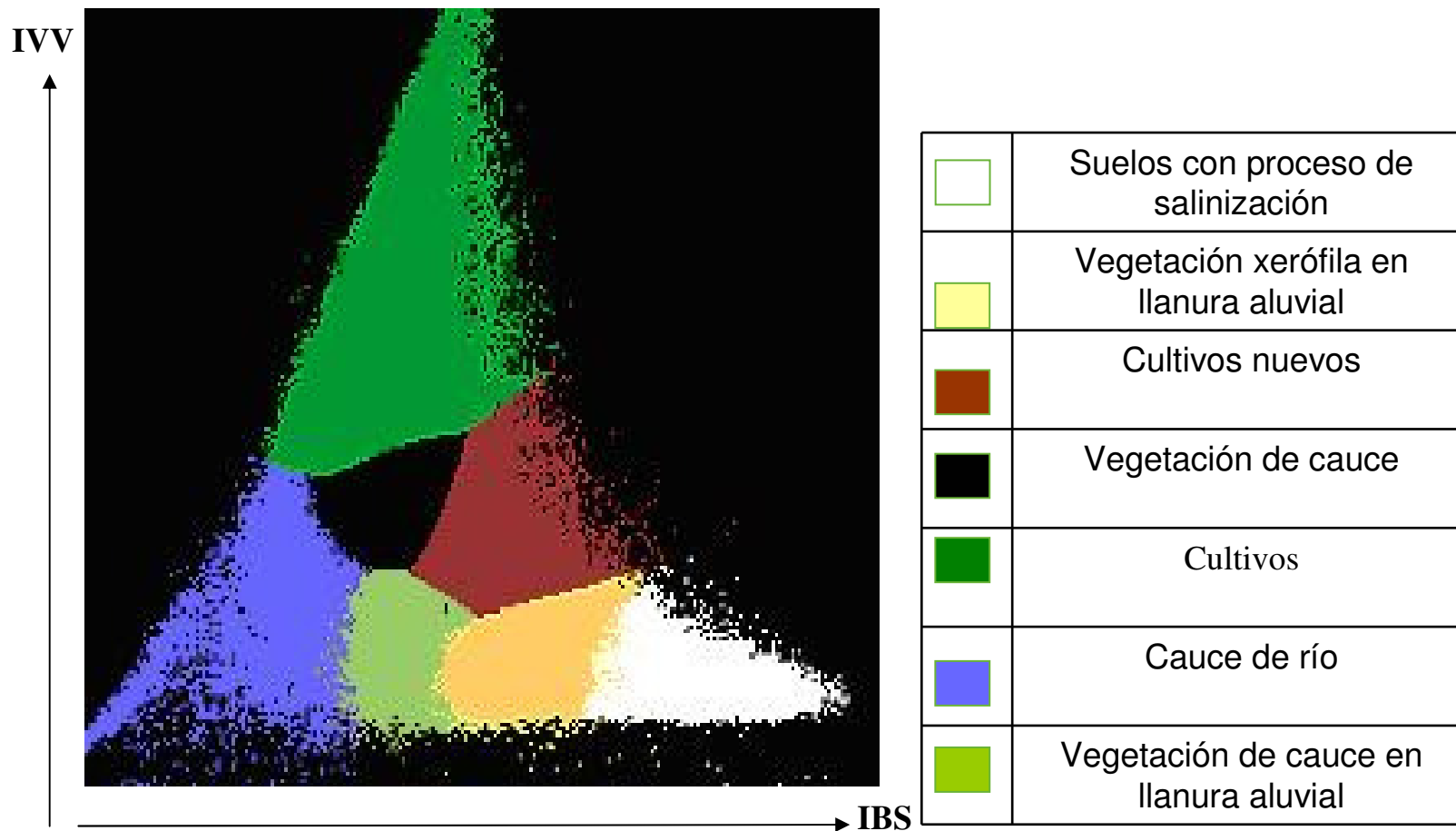


Diagrama de dispersión para la imagen clasificada



Estimación de la precisión (no supervisada)

Precision de la Classification Total = 88.66%

	NC	CR	VCLLA	VX	SSA	CN	VCR	CP	TC	PU en
NC						0			0	
CR		9				1	1		11	81.8
VCLLA			22			1		1	24	91.7
VX				40	2	5		3	50	80.0
SSA				1	35				36	97.0
CN	2			1	1	12			16	70.6
VCR			1				21		22	95.4
CP			3					41	44	93.2
TO	2	9	26	42	38	19	22	45	203	
PP En %		100	84.6	93	92.0	63.2	95.4	91.1		

- NC** = no clasificado
- CR** = cauce de río
- VCLLA** = vegetación de cauce en llanura aluvial
- VX** = vegetación xerófila en llanura aluvial
- SSA** = suelos con proceso de salinización
- CN** = cultivos nuevos
- VCR** = vegetación de cauce del Río San Juan
- CP** = cultivos en producción
- TO** = total observado
- TC** = total clasificado
- PP** = Precisión (del método que lo produce)
- PU** = Precision (usuario)

Clasificación multispectral (bandas IH,IVV,IBS)

Método supervisado (minima distancia)

Precisión de la Clasificación Total = 89.10%,

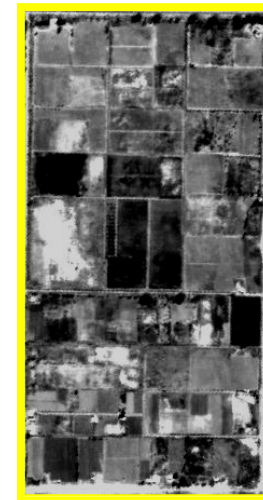
	NC	CR	ACLL A	VX	SSA	CN	VCR	CP	TC	PU
NC										
CR		20							20	100
ACLL A			21			3	1		25	80.00
VX			1	33		4			38	86.84
SSA				2	26				28	92.85
CN			2	1		26	2		32	81.25
VCR						3	24	2	28	85.71
CP			1					30	32	93.75
PP en %	-----	100	84.00	91.66	100	72.22	88.8	93.75		

**Precisión total de clasificación supervisada: 89.10%,
Precisión total de clasificación no supervisada: 88.66%**

no supervisada



supervisada



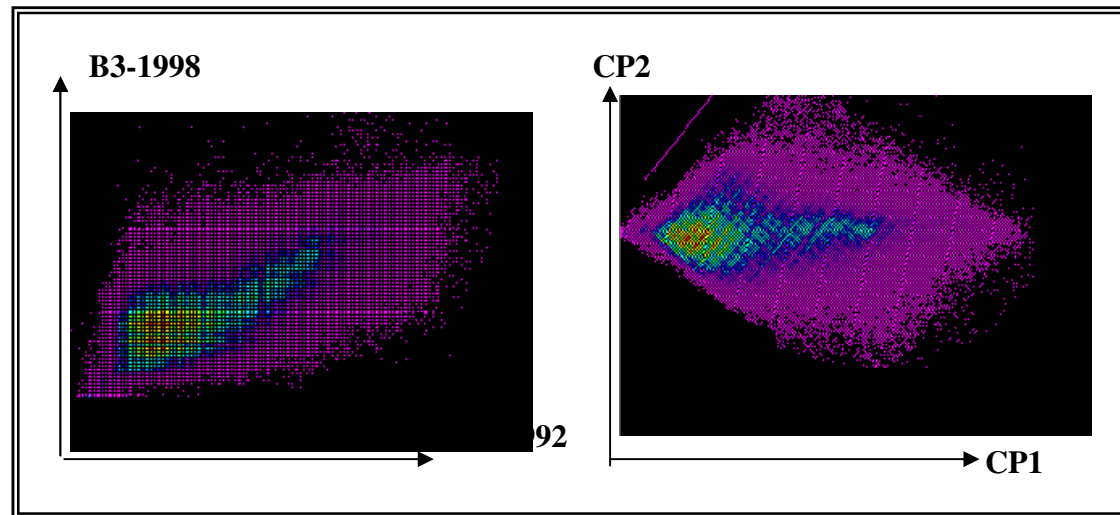
Deteccción de cambios

- ✓ Selección de la banda 3 (0,63-0,69 μm) para la comparación
- ✓ Combinación de la imagen multitemporal B3 1992, B3 1998
- ✓ Se aplicó Análisis por Componentes Principales (ACP)
- ✓ De las dos imágenes obtenidas (CP1 y CP2) se eligió CP2
 - ✓ CP2 porque realza los cambios
 - ✓ CP1 retiene la información común a las dos fechas,
- ✓ Segmentación de la imagen CP2

La técnica de análisis de componentes principales de imágenes multitemporales fue utilizada por Jiaju (1988) y por Chavez y Mackinnon (1994), por la ventaja de realzar la información de la dinámica entre las fechas y la posibilidad de obtener resultados sin la necesidad de calibrar y hacer correcciones atmosféricas.

El ACP para detección de cambios en la cobertura del terreno en estudios de desertificación, ya fue utilizada por Lee et al. (1990), Carrilho (1996), Gomes et al. (1998), Sirtoli (1998) citado por Maldonado (1999) con resultados satisfactorios y con la ventaja del poco gasto computacional citados por Maldonado (2001). En Argentina fue usado también por Navone (1998), para el estudio de la degradación en la región de la Puna Argentina.

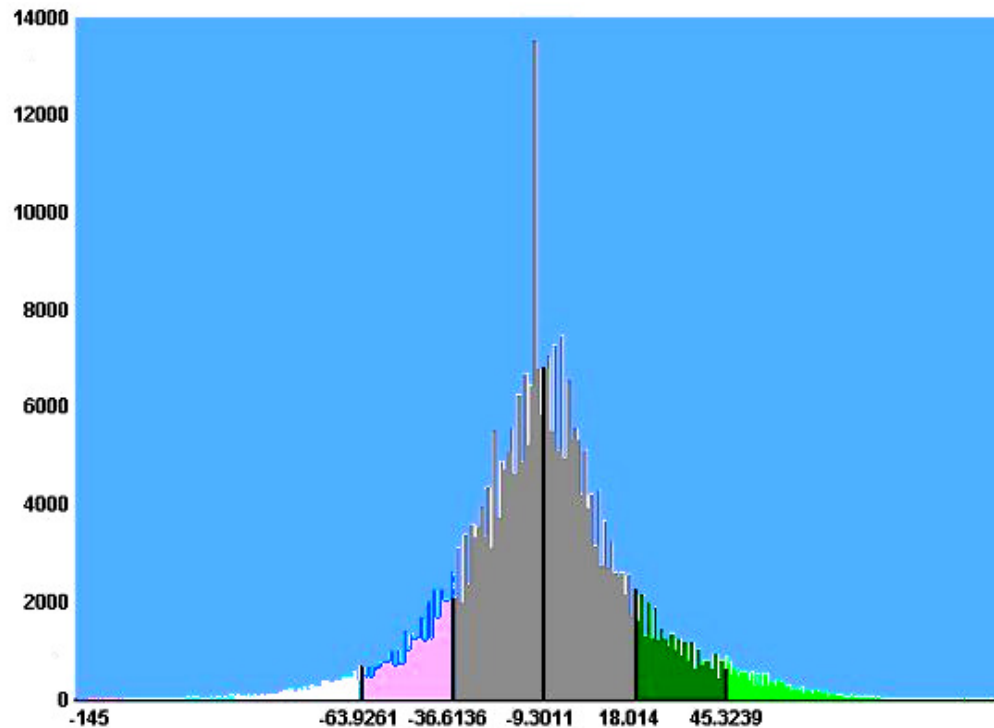
Se seleccionó la banda 3 para hacer la comparación entre las dos fechas debido a que existen antecedentes de estudios realizados en una superficie con vegetación natural arbustiva del semiárido, ubicada en los llanos de Valle Fértil, al este de la zona de estudio. En esa oportunidad se obtuvo como resultado que el rojo dentro del rango del visible, o sea la banda 3 de TM, registraba muy eficientemente las variaciones del complejo suelo-vegetación en estas regiones caracterizadas por vegetación escasa y presencia importante de suelo



Nube de puntos de la imagen multitemporal de la banda 3 de 1992 y 1998, a la derecha la nube de puntos de la imagen de los componentes principales PC1 y PC2.

Histograma de los valores de los píxeles de la imagen CP2

Cambios ocurridos en 8 años








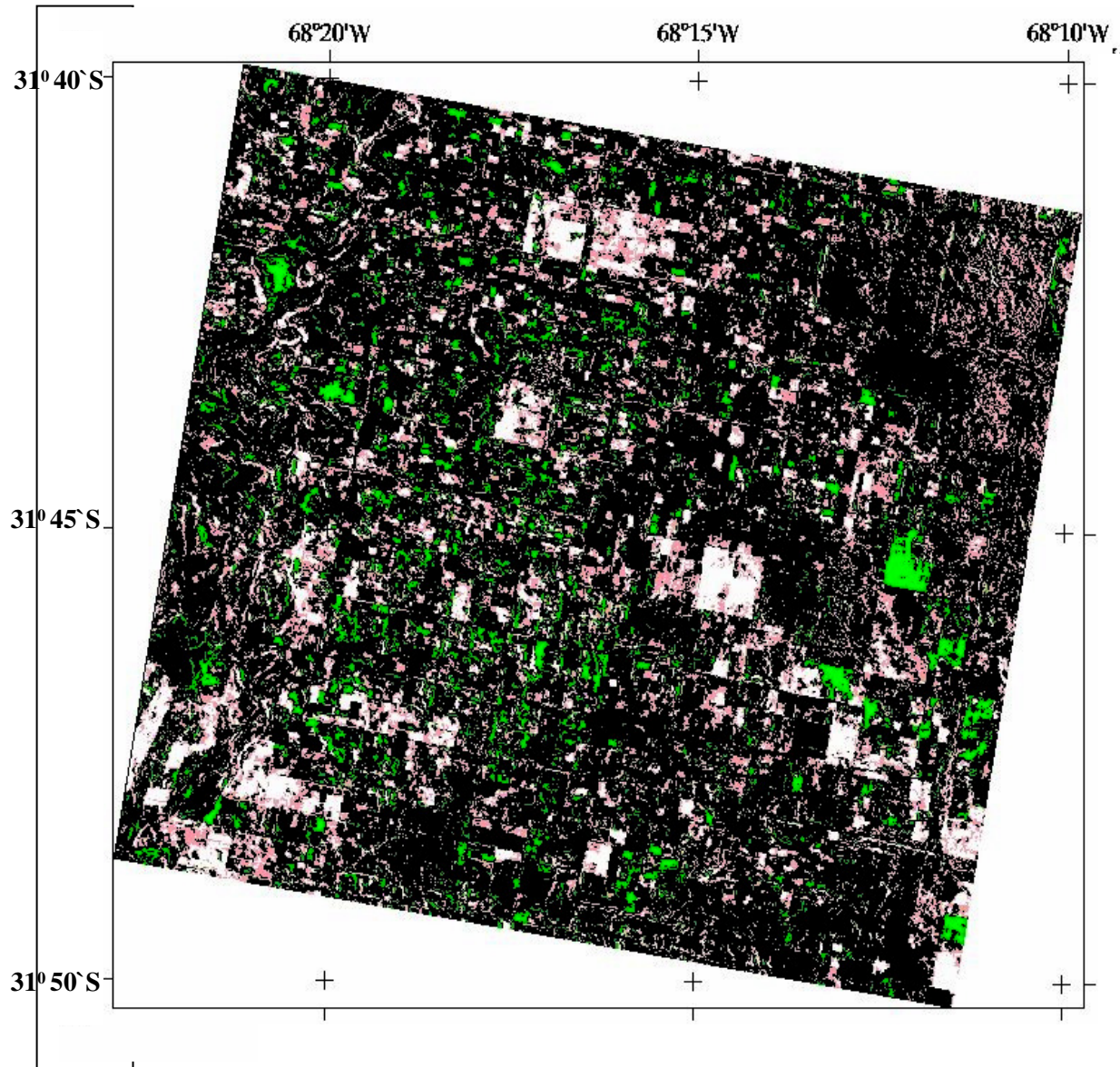



Clase	Caracterización	límites	Color
	Pérdida de cobertura vegetal por cambio en el uso agrícola	Valor mínimo a $\mu - 2\sigma$	
2	Pérdida de cobertura vegetal por degradación de suelos	$\mu - 2\sigma$ a $\mu - \sigma$	
3	Sin cambio	$\mu - \sigma$ a $\mu + \sigma$	
4	Aumento de cobertura vegetal por nuevos cultivos	$\mu + \sigma$ a $\mu + 2\sigma$	
6	Aumento de cobertura vegetal por nuevos cultivos en producción	$\mu + 2\sigma$ a Valor máximo	

Imagen segmentada a partir de CP2

cambios ocurridos entre noviembre entre dos fechas con diferencia de 8 años



REFERENCIAS	
Pérdida de cobertura vegetal por cambio en el uso agrícola	
Pérdida de cobertura vegetal por degradación de suelos	
Sin cambio	
Aumento de cobertura vegetal por nuevos cultivos	
Aumento de cobertura vegetal por nuevos cultivos en producción	

- la dirección representada por el eje principal de la elipse coincide con la máxima correlación y al alejarse del eje va decreciendo la correlación entre las imágenes de la primera y segunda fecha, o sea que en la zona central se encuentran los píxeles con comportamiento similar en ambas fechas o sin cambio.
- A partir del centro se localizan los píxeles con menos correlación o sea de cambio.

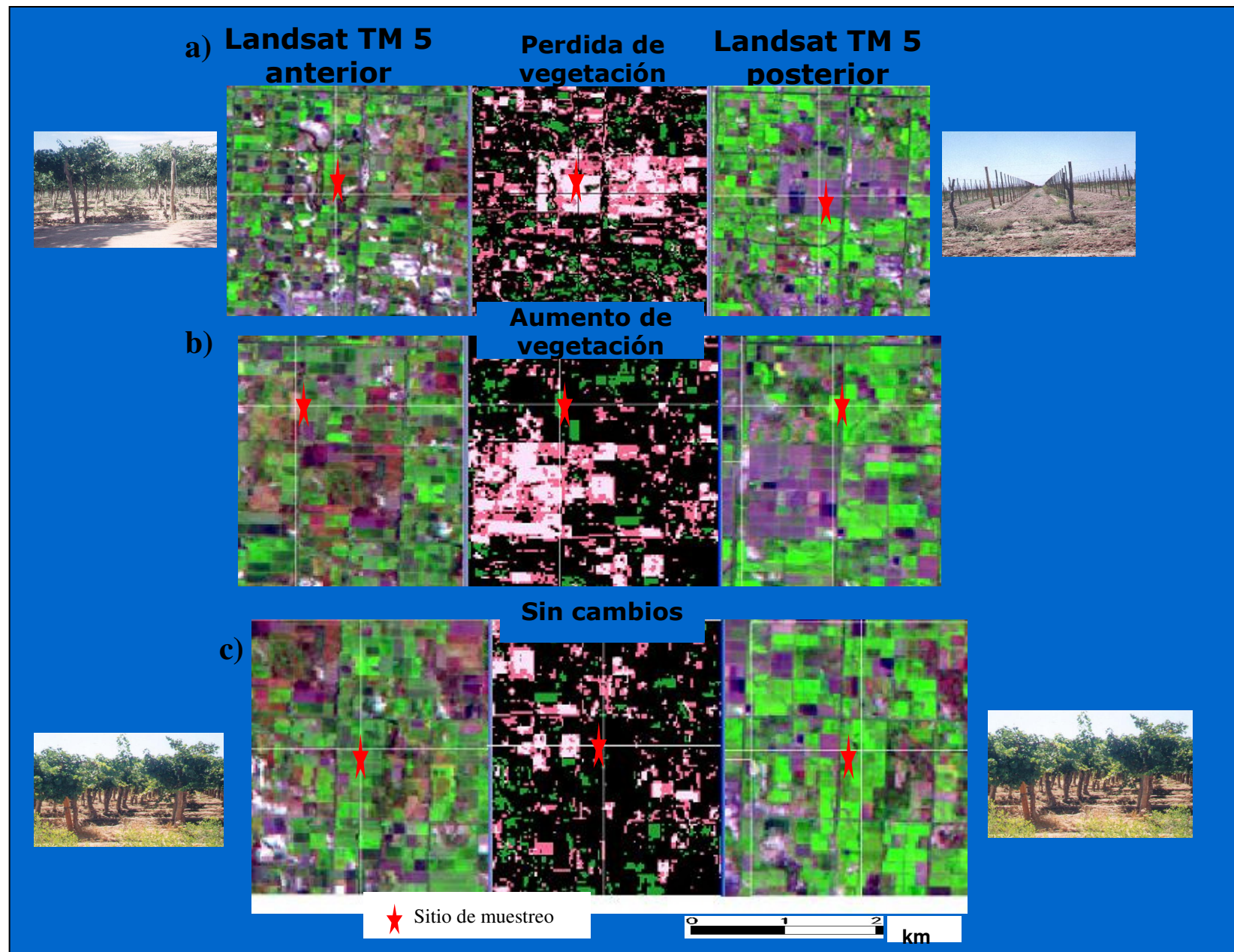


Clases representadas en el espacio característico de los dos principales componentes PC1 y PC2.

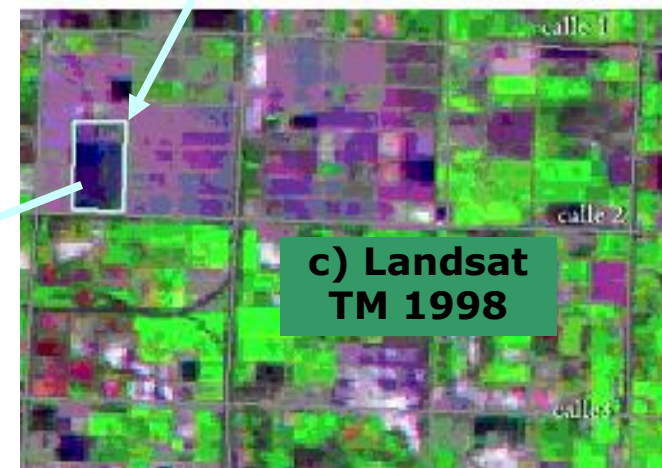
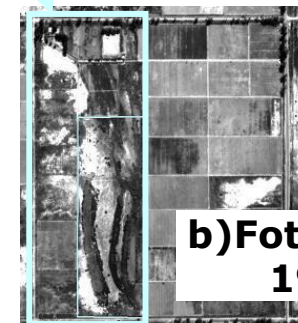
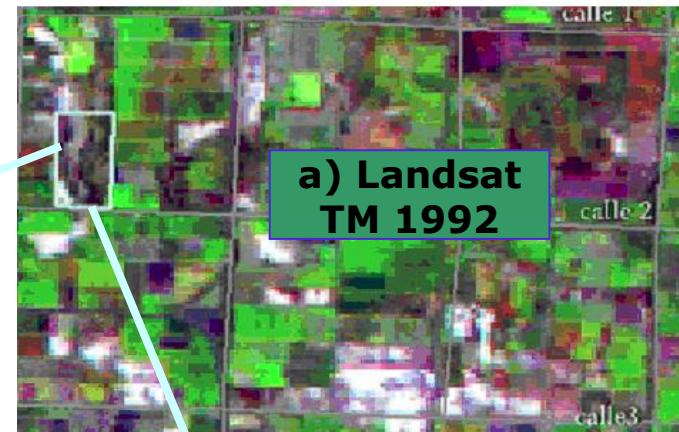
conclusiones

- ✓ **La vegetación natural** de carácter xerófila y en menor grado halófila (resistente a la sal) presenta una curva espectral con valores más altos en el visible, que los correspondientes a otras coberturas vegetales (cultivos y vegetación de cauce), y con valores menores en el IR cercano. Se puede decir que esta cobertura tiene una respuesta espectral similar a la de los suelos preparados y a los de suelos con sales en superficie, aunque con valores de reflectividad menores en todas las bandas.
- ✓ **Los suelos afectados por sal** muestran una respuesta espectral más alta en las regiones VIS e IR que los suelos no salinos.
- ✓ cuando no hay uso agrícola se desarrollan especies halófitas cuando están en descanso. Sin embargo, cuando se prepara el suelo para cultivarlo, el suelo pierde gradualmente la salinidad con los tratamientos de lavado y con los cultivos de especies resistentes a la sal

Comparación de las imágenes individuales de las dos fechas con la imagen segmentada



Recuperación de áreas salinizadas por "lavado de suelos"



Conclusión

La aplicación de Análisis de Principales Componentes a la imagen multitemporal formada por las bandas 3 de noviembre de 1992 y noviembre de 1998 da resultados satisfactorios en la detección de:

- ✓ Presencia de nuevos cultivos
- Incorporación de nuevas parcelas agrícolas ganadas a la zona de suelo medanoso y salino.
- Pérdida de la cobertura vegetal natural por proceso de degradación de suelos

✓A pesar de haber obtenido en general buenos resultados en el mapeo de cobertura y uso de suelo, se observaron algunas superposiciones entre las coberturas ubicadas en la zona inculta con **vegetación natural y cultivos nuevos**. Para generar información cuantitativa resultó conveniente el uso de máscaras para separar la zona agrícola de la zona de vegetación natural, eliminando así los píxeles confusos

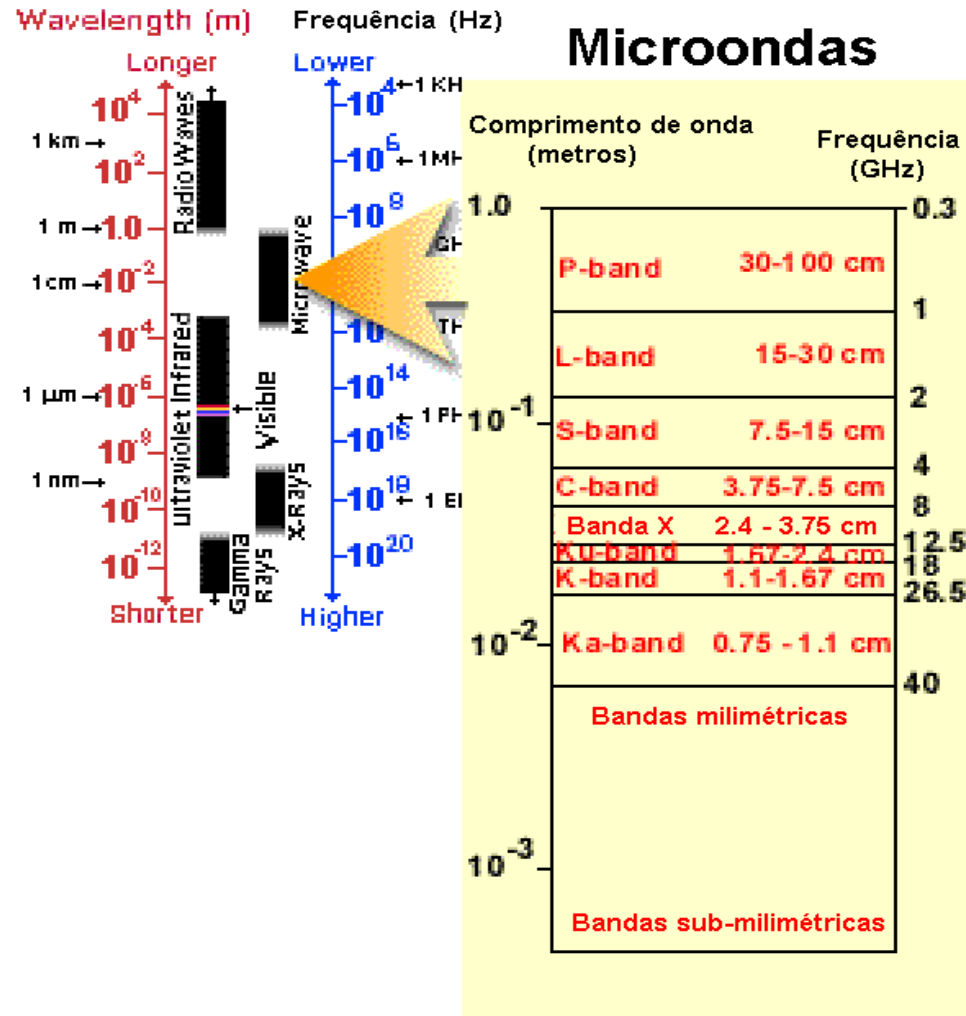
✓Para conocer el la cobertura y uso del suelo en zonas áridas es conveniente usar imágenes satelitales fuente de información debido a:

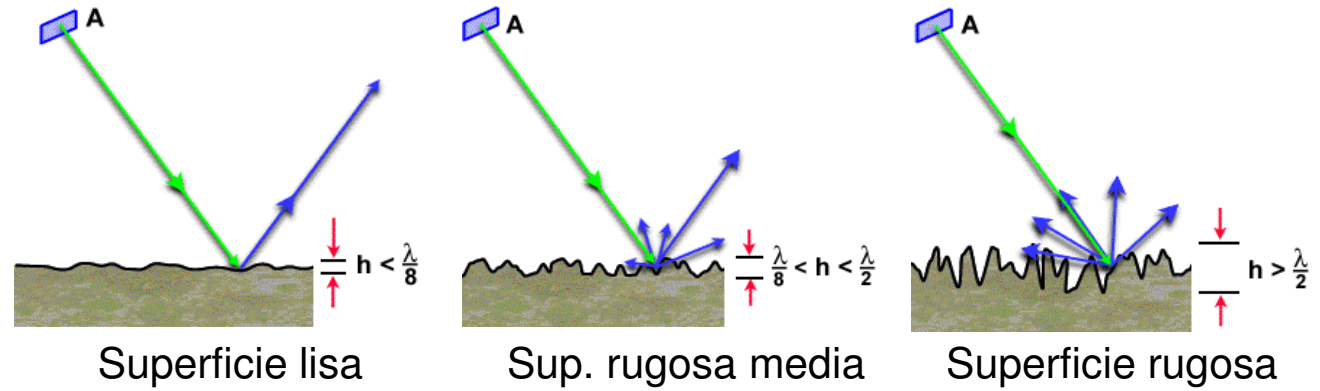
- ✓Se obtiene en tiempo real
- ✓Registran datos en diversas longitudes de onda
- ✓En forma periódica
- ✓A bajo costo,
- ✓A mas velocidad y con una mayor cobertura comparada con los aviones o con muestreos en el terreno

Tendencias en la región

- ✓ **Aumento de las superficies cultivadas.**
- ✓ **incorporación áreas incultas (zonas salinizadas, sin dotación de riego, médanos, piedemonte y otros**

identificación de texturas en las imágenes SAR en área semi-árida





Concepto de Rugosidad

Función de la long.de onda

Banda C
 $\lambda = 3.75 - 7.5 \text{ cm}$



Superficies lisa



Superficie media



Superficies lisa

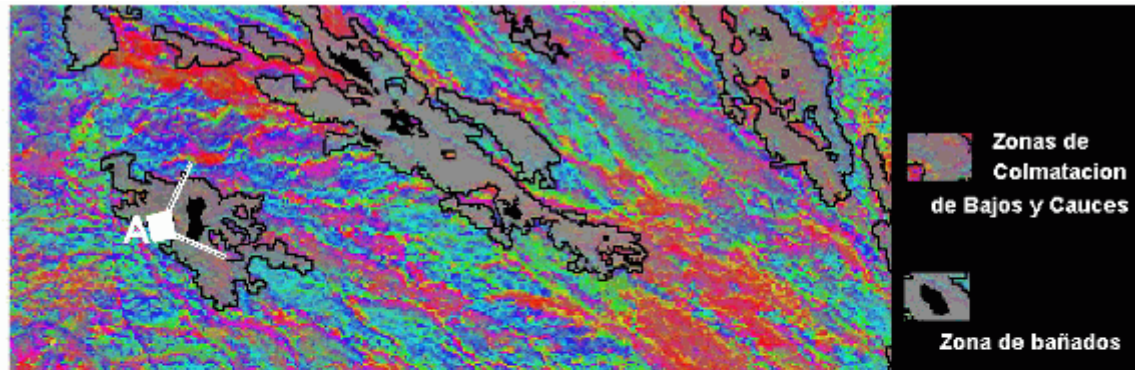


Superficies lisa



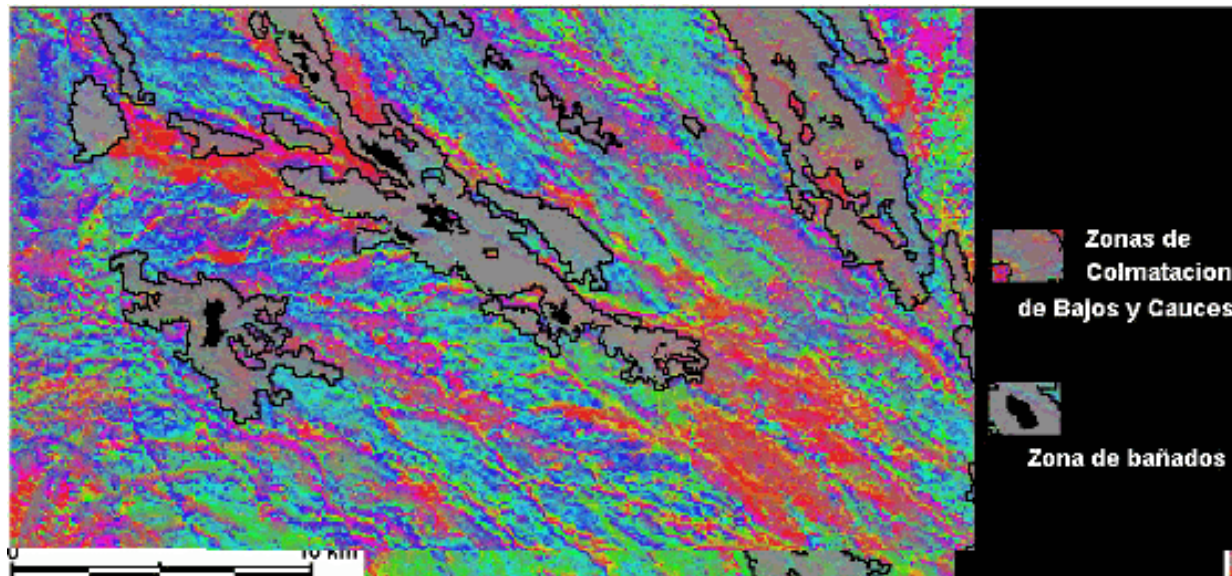
Superficie rugosa

Abordaje basado en la combinación de información de Landsat TM y ERS-1



Perdida de Rugosidad como indicador de áreas de colmatación

la zona de cárcavas, evidenciada por gran cobertura vegetal observada por altos valores en la banda 4 de Landsat TM que se ven realzadas (sinergismo) por los valores altos de la imagen Radar

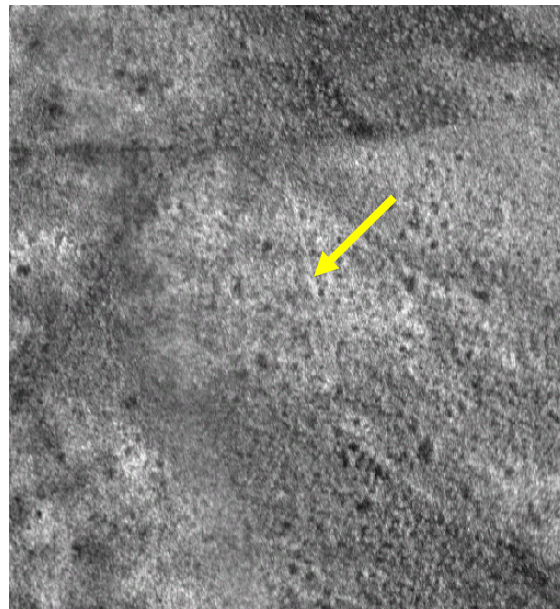
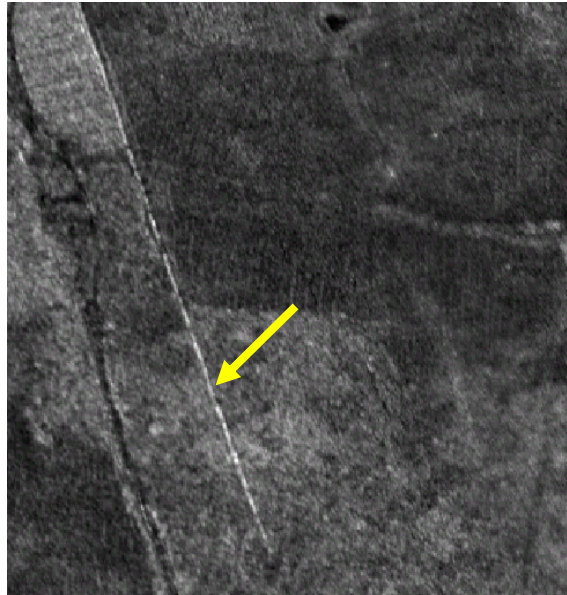


a) Zona de Bañados, baja rugosidad b) Tierra de colmatación de bajos y cauces, con suelo desnudo rugosidad media y vegetación xerofila y halofita.

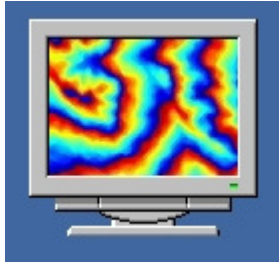
Elementos del terreno

Cercas

Caminos



**USO DA COMBINACIÓN DE IMAGENES DE INTERFEROMETRIA ERS
COM IMAGENES OPTICAS LANDSAT TM PARA IDENTIFICAC E
CARATERIZACIÓN DE LA DEGRADACIÓN EN LA PLANICIE ALUVIAL
DEL SEMI-ÁRIDO DE LA ARGENTINA**



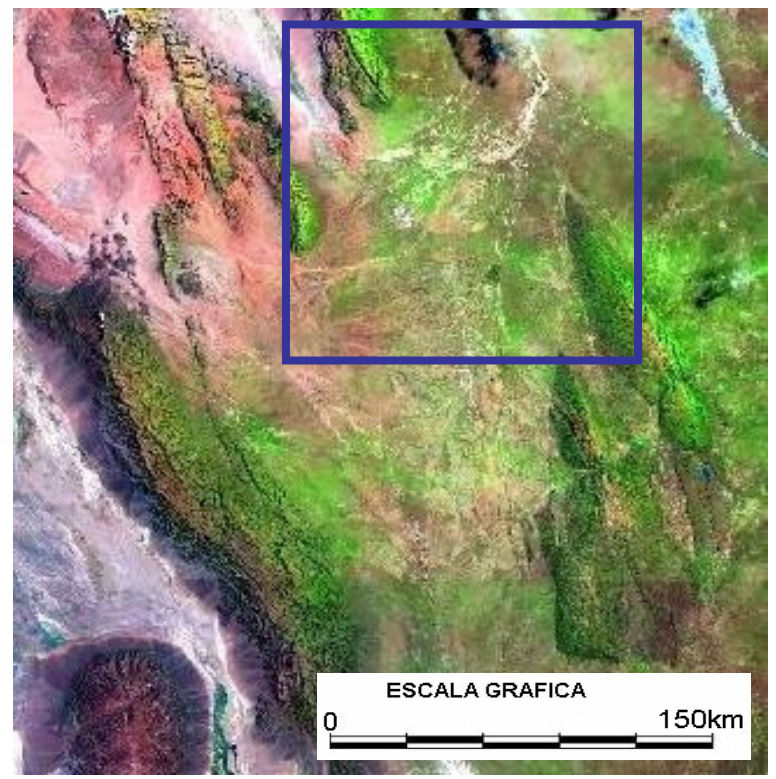
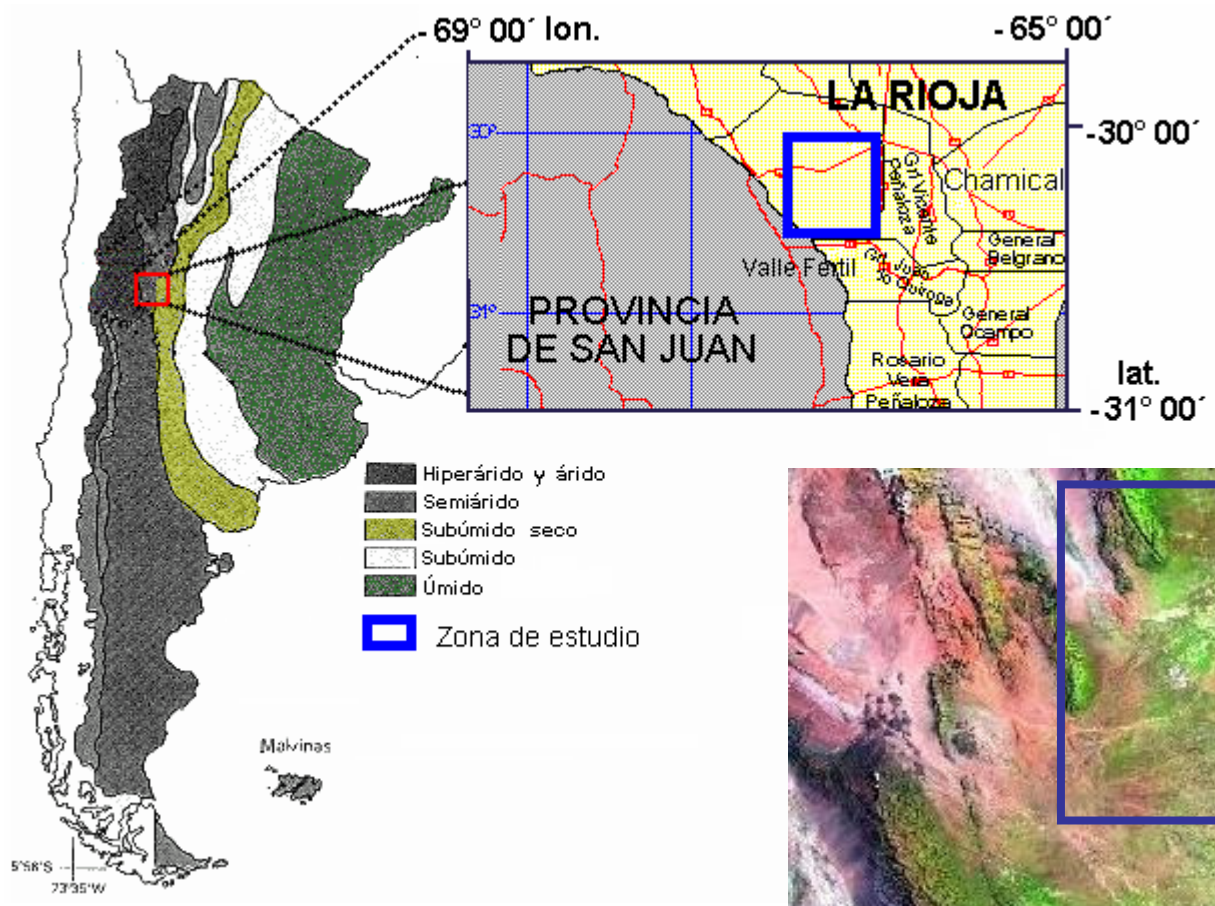
-Imágenes tandem ERS-1 => 300m de línea de base.

-Imagen Landsat, época de máxima cobertura vegetal.

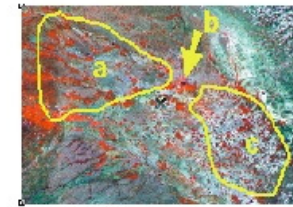
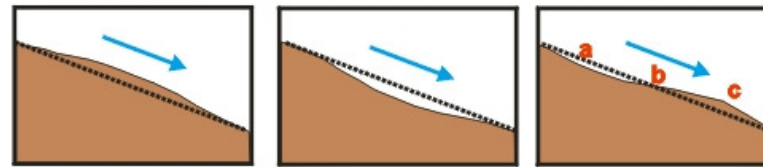
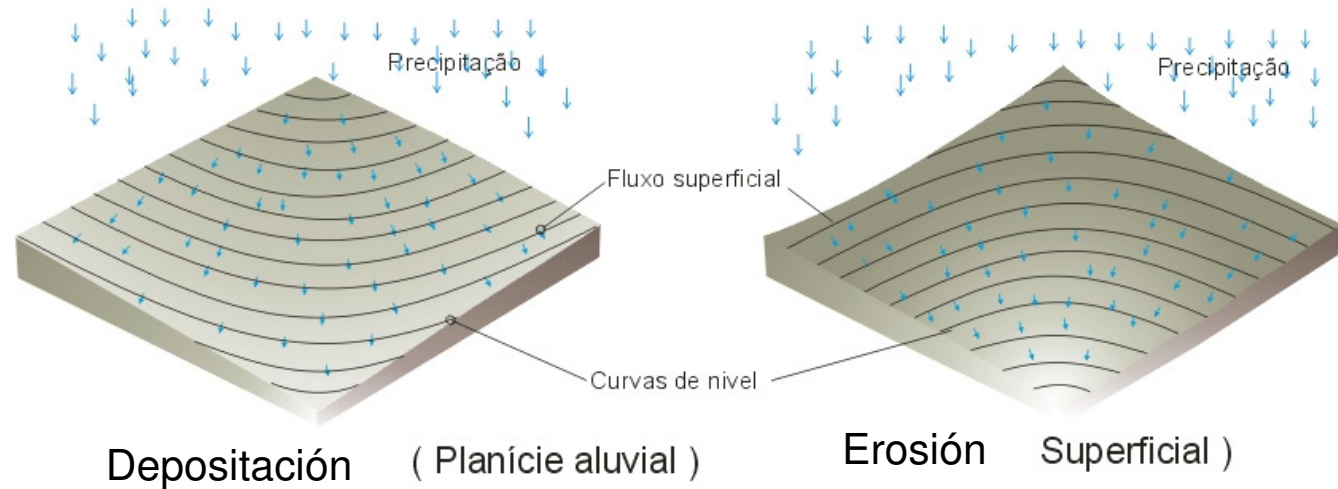


-EPSIE 2.0

-ERDAS Imagine 8.3



INTRODUCCIÓN

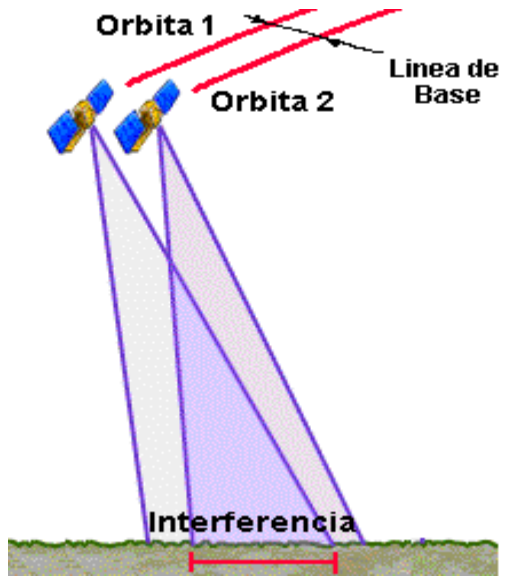


La llanura aluvial se encuentra en equilibrio entre la erosión y la acumulación

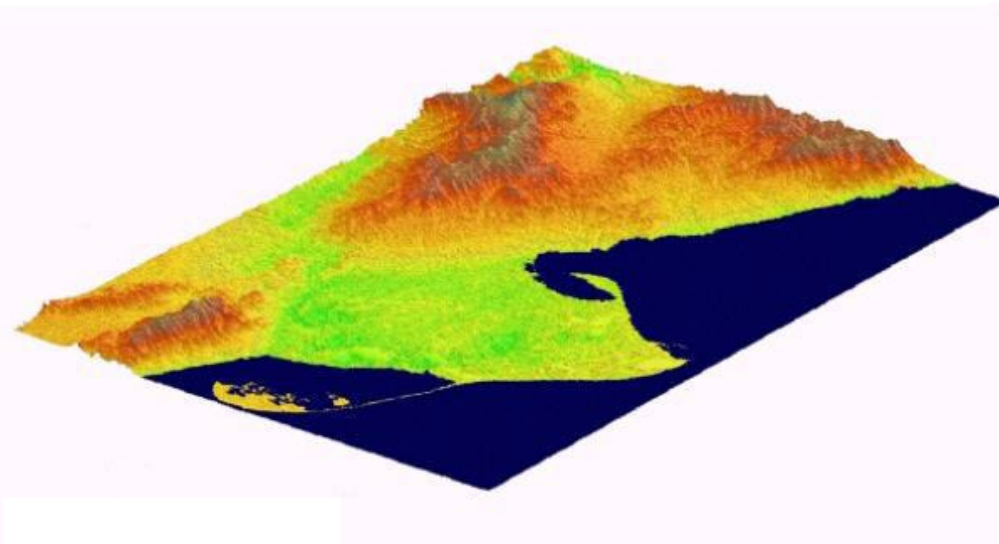
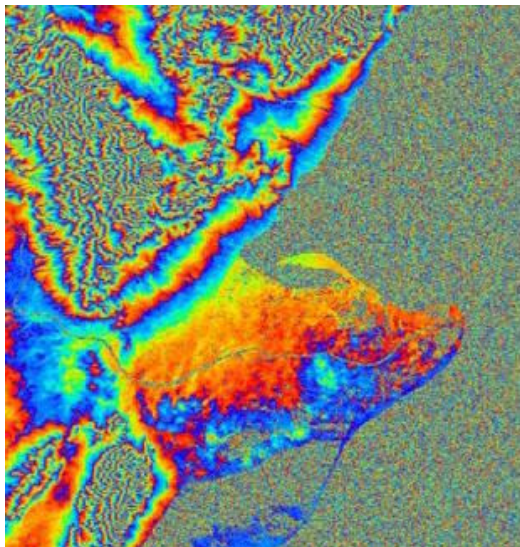
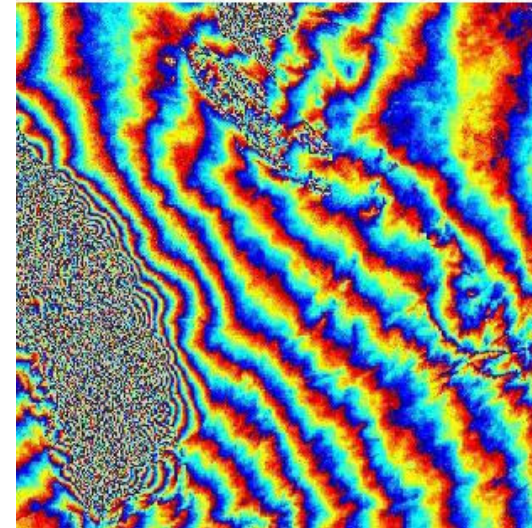
Alteración del equilibrio por el uso agropecuario y exploración maderera



INTERFEROMETRIA



Linea de Base larga



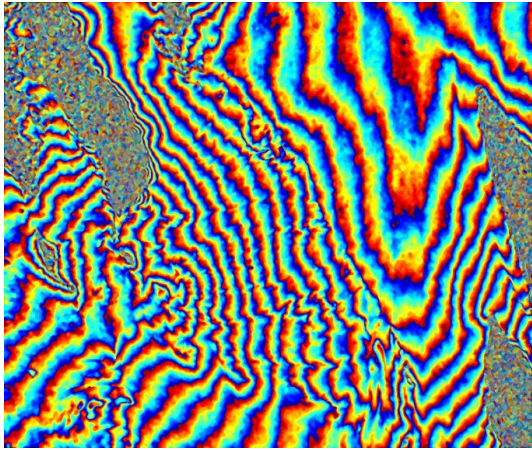
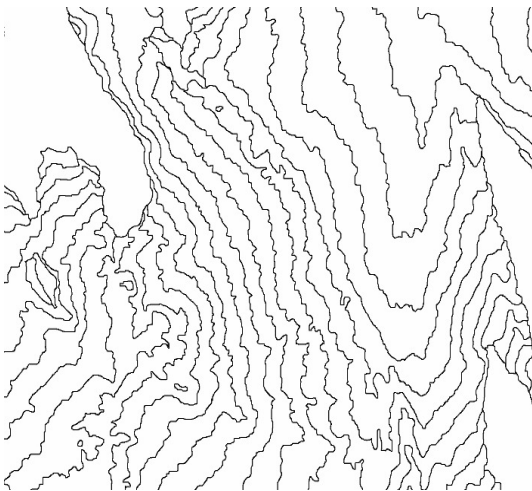
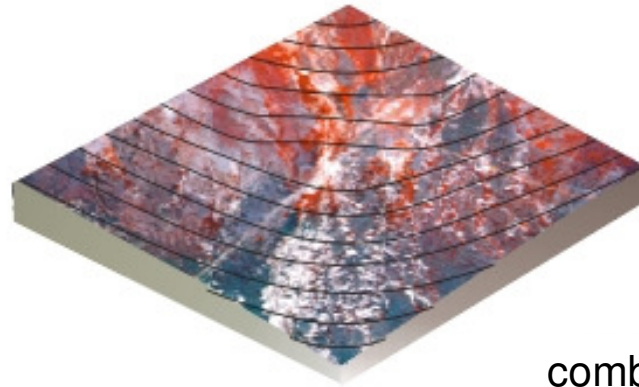


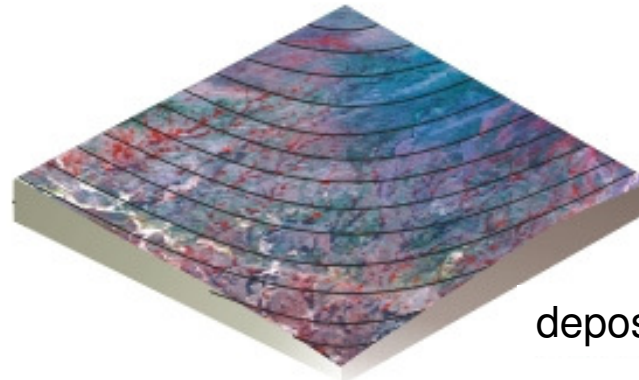
Imagen interferométrica



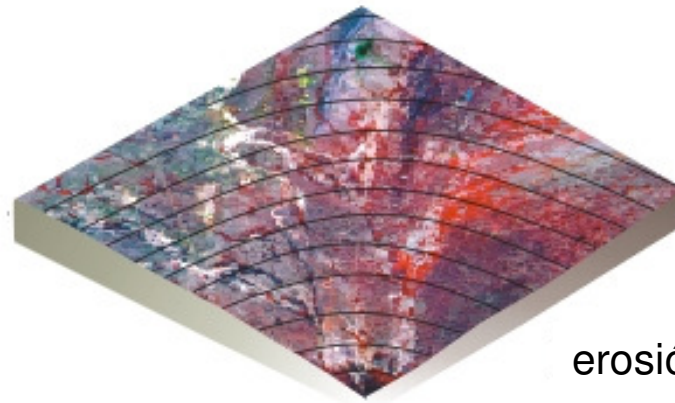
Curvas asociadas con la topografía



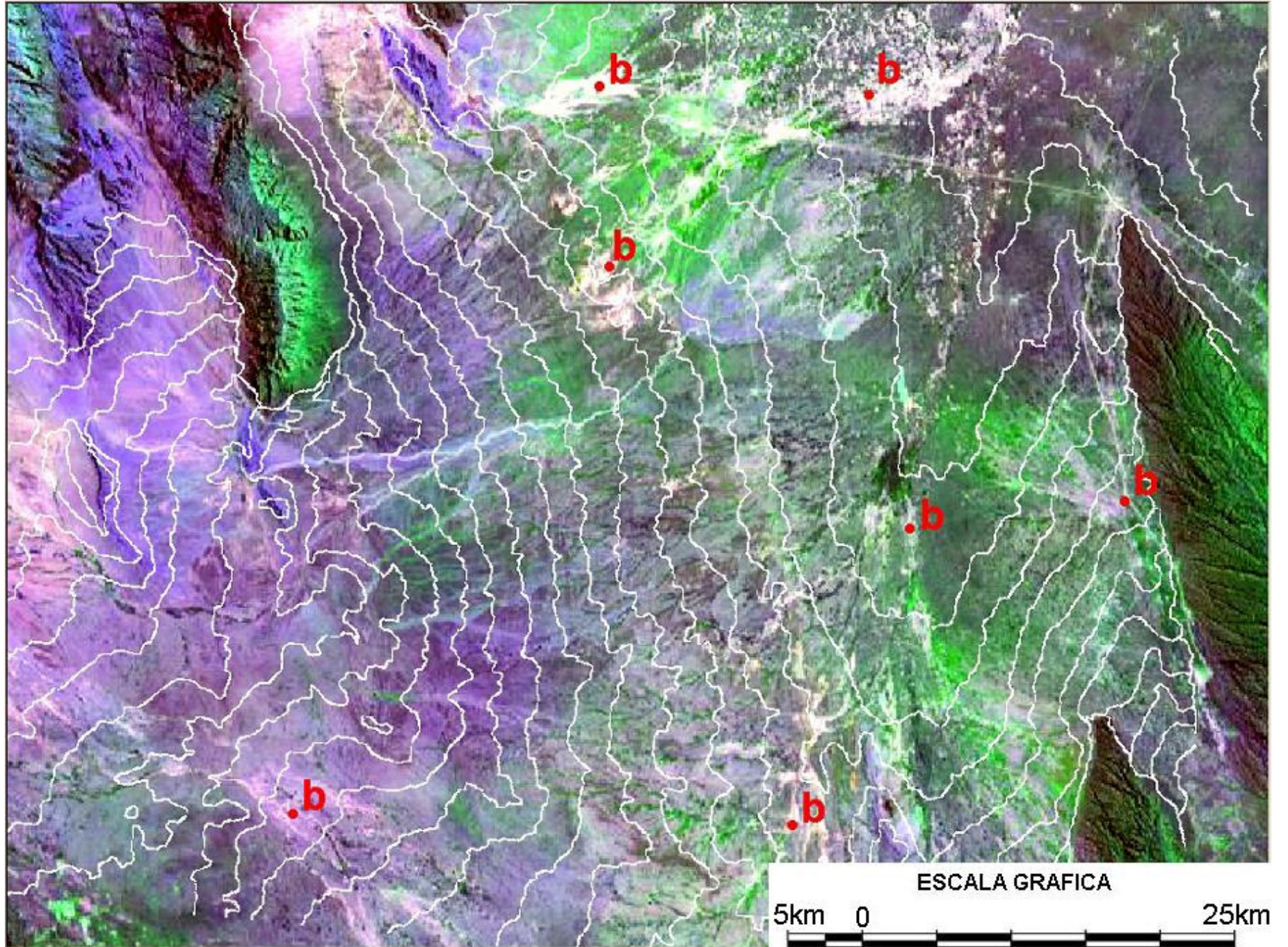
combinación de los dos procesos



deposición



erosión



GRACIAS