



APORTE DE LA TELEDETECCIÓN AL ESTUDIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL MACROSISTEMA DELTA DEL PARANÁ: ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO Y EVENTOS EXTREMOS.

**MERCEDES SALVIA
FRANCISCO GRINGS
HAYDEE KARSZENBAUM**

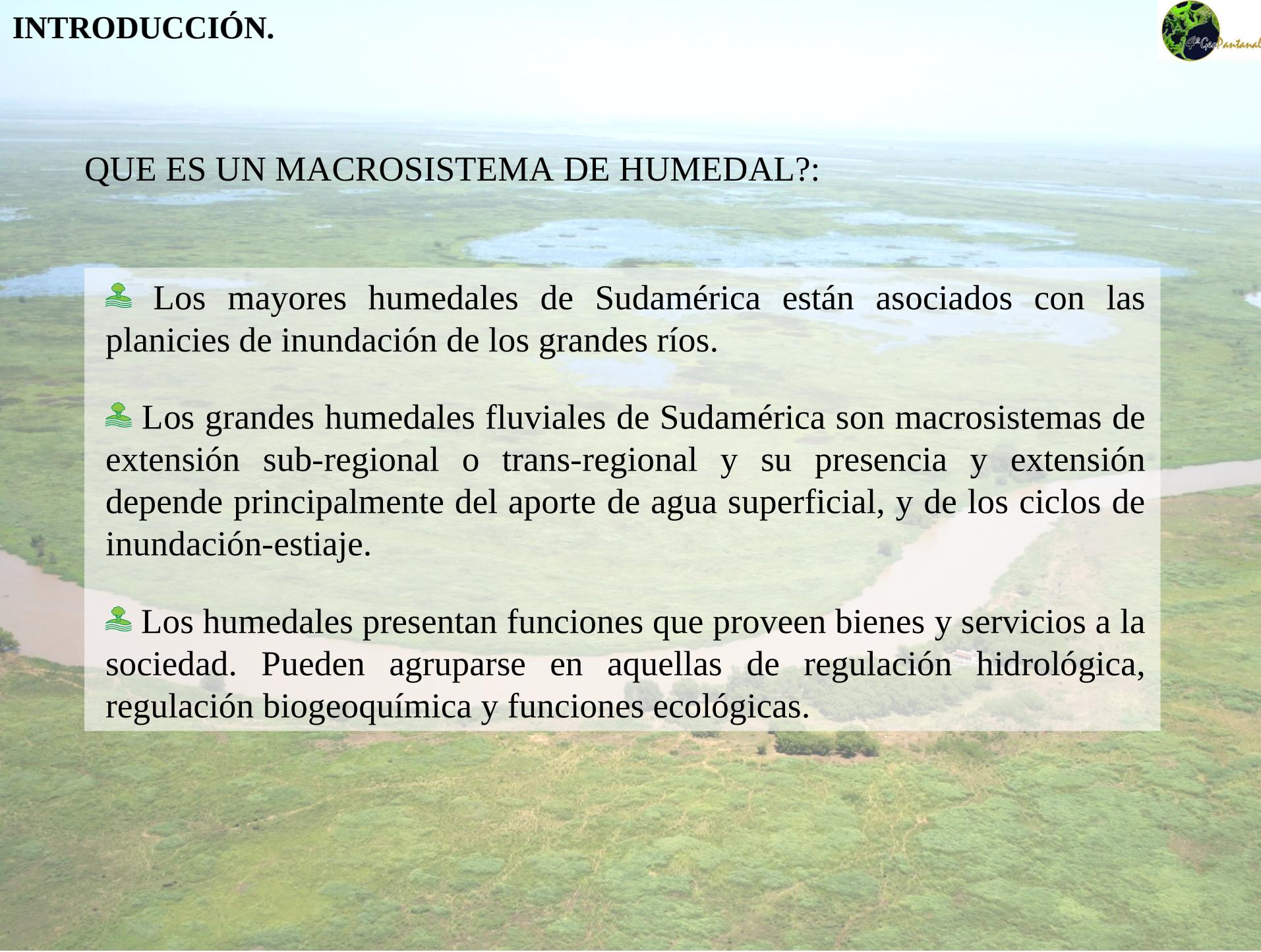
Instituto de Astronomía y Física del Espacio
(IAFE – CONICET/UBA)

PATRICIA KANDUS

LETyE (UNSAM)



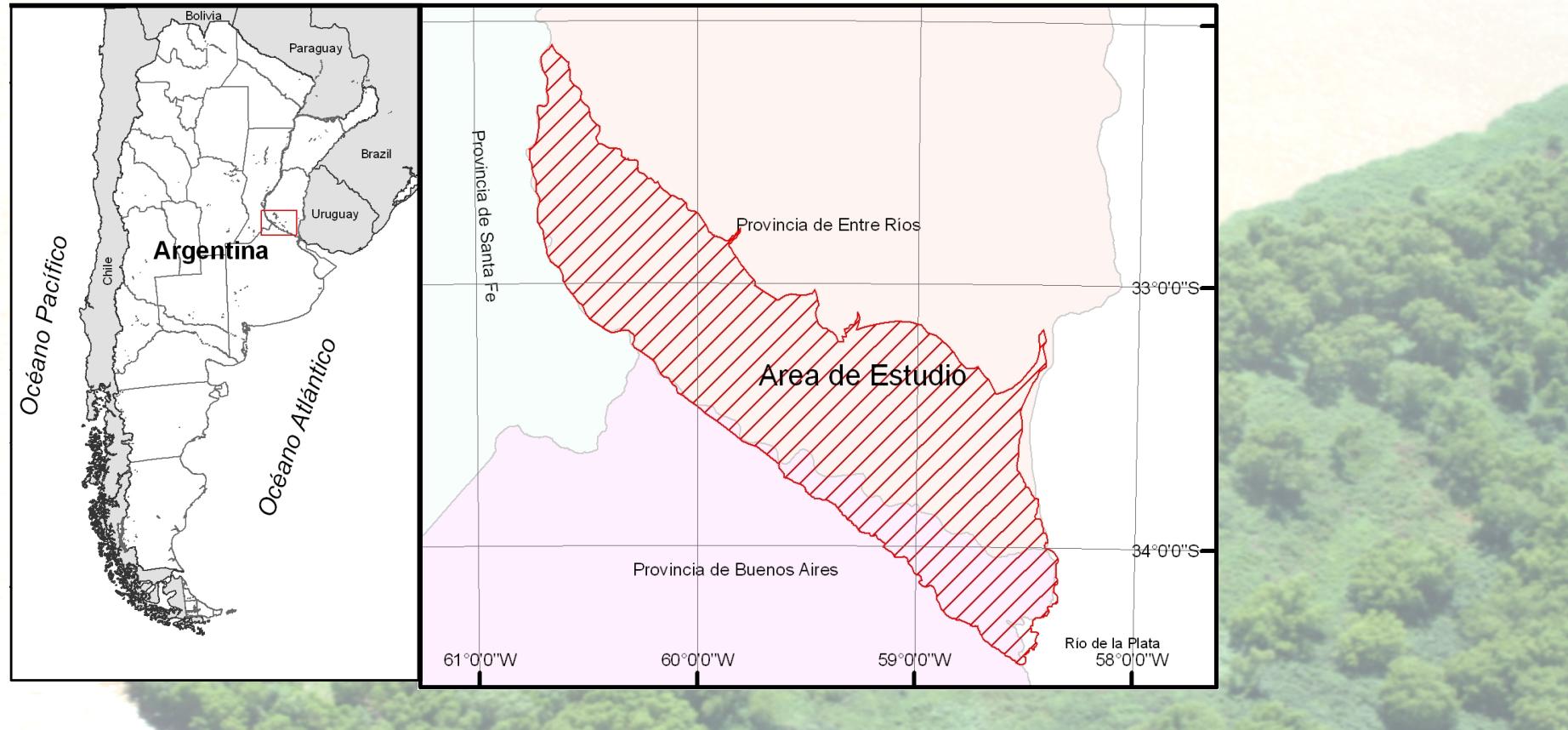
QUE ES UN MACROSISTEMA DE HUMEDAL?:

- 
- 绿水图标 Los mayores humedales de Sudamérica están asociados con las planicies de inundación de los grandes ríos.
 - 绿水图标 Los grandes humedales fluviales de Sudamérica son macrosistemas de extensión sub-regional o trans-regional y su presencia y extensión depende principalmente del aporte de agua superficial, y de los ciclos de inundación-estiaje.
 - 绿水图标 Los humedales presentan funciones que proveen bienes y servicios a la sociedad. Pueden agruparse en aquellas de regulación hidrológica, regulación biogeoquímica y funciones ecológicas.

INTRODUCCIÓN.

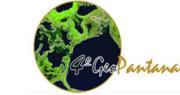


LA REGIÓN DEL DELTA DEL RÍO PARANÁ:

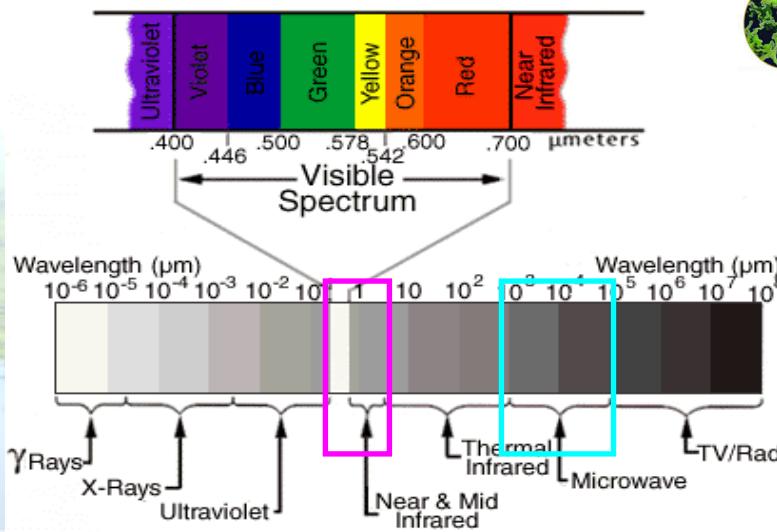


● Es uno de los humedales más importantes en la República Argentina. Ubicado a la vera del principal eje industrial-portuario exportador del país, ha sido definida como un extenso macromosaico de humedales que presenta un patrón de biodiversidad mucho más rico que el esperable para estas latitudes y una variada oferta de recursos naturales para las actividades productivas.

INTRODUCCIÓN.



APORTE DE LA TELEDETECCIÓN



❖ Sensores ópticos: operan en la región del espectro correspondiente al visible y los infrarrojos reflectivos. La radiación en el VIS y el IR, interactúa con los elementos del terreno a nivel molecular, ya que posee la energía para excitar electrones de las moléculas del blanco, por lo tanto la radiación reflejada es básicamente función de los componentes químicos de la superficie terrestre.

❖ Sensores en microondas (RADAR): operan en la región del espectro correspondiente a las microondas. Cuando las microondas interactúan con el terreno, lo hacen con los componentes del tamaño de la longitud de onda, en este caso del orden de centímetros. Entonces, para las microondas, la radiación reflejada es principalmente función de la estructura y permitividad de la superficie terrestre.

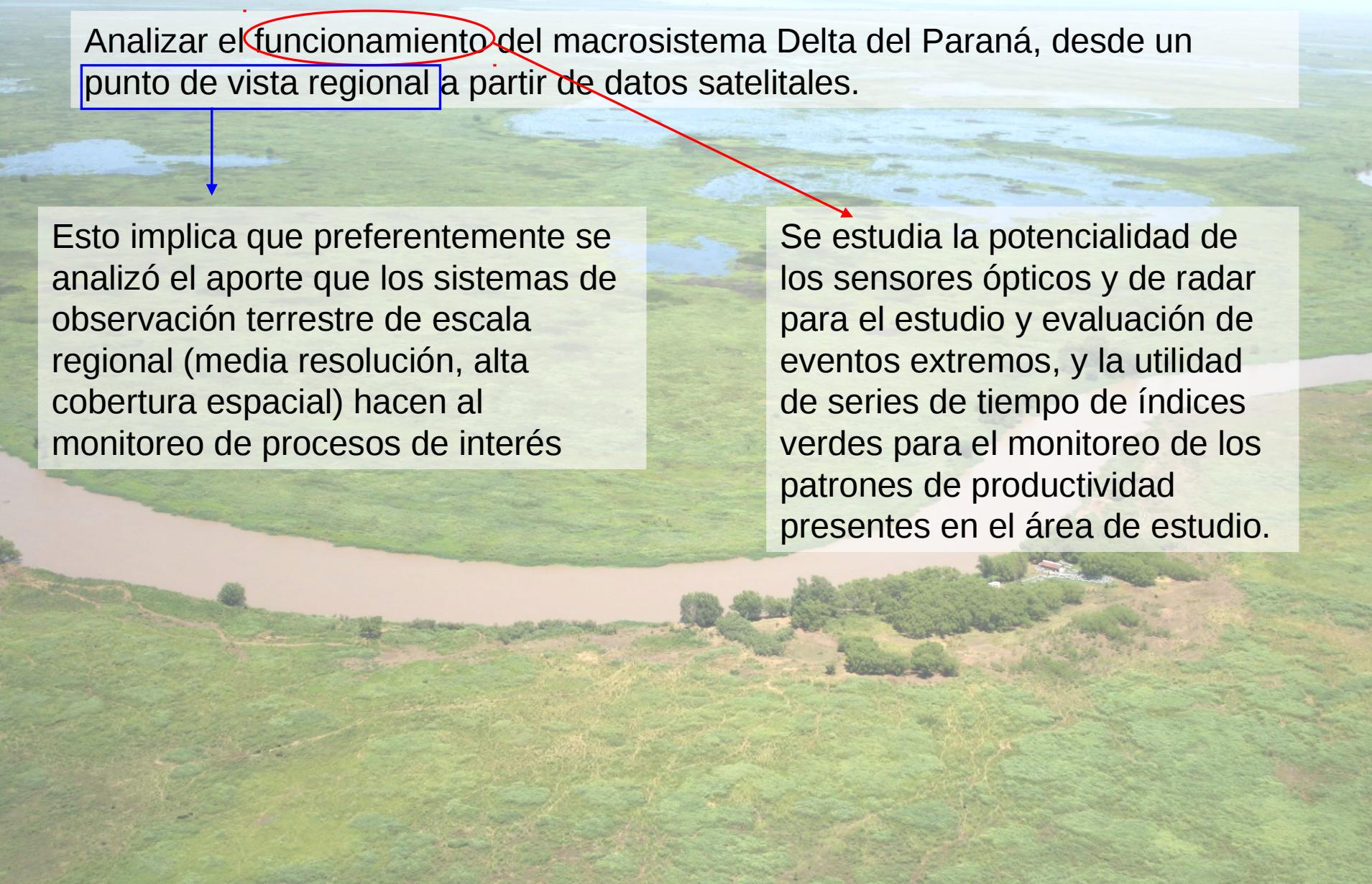
❖ A diferencia de las imágenes individuales, que muestran lo que ocurre en el momento de su adquisición, las series de tiempo de observaciones permiten estudiar procesos y eventos dinámicos.

OBJETIVO

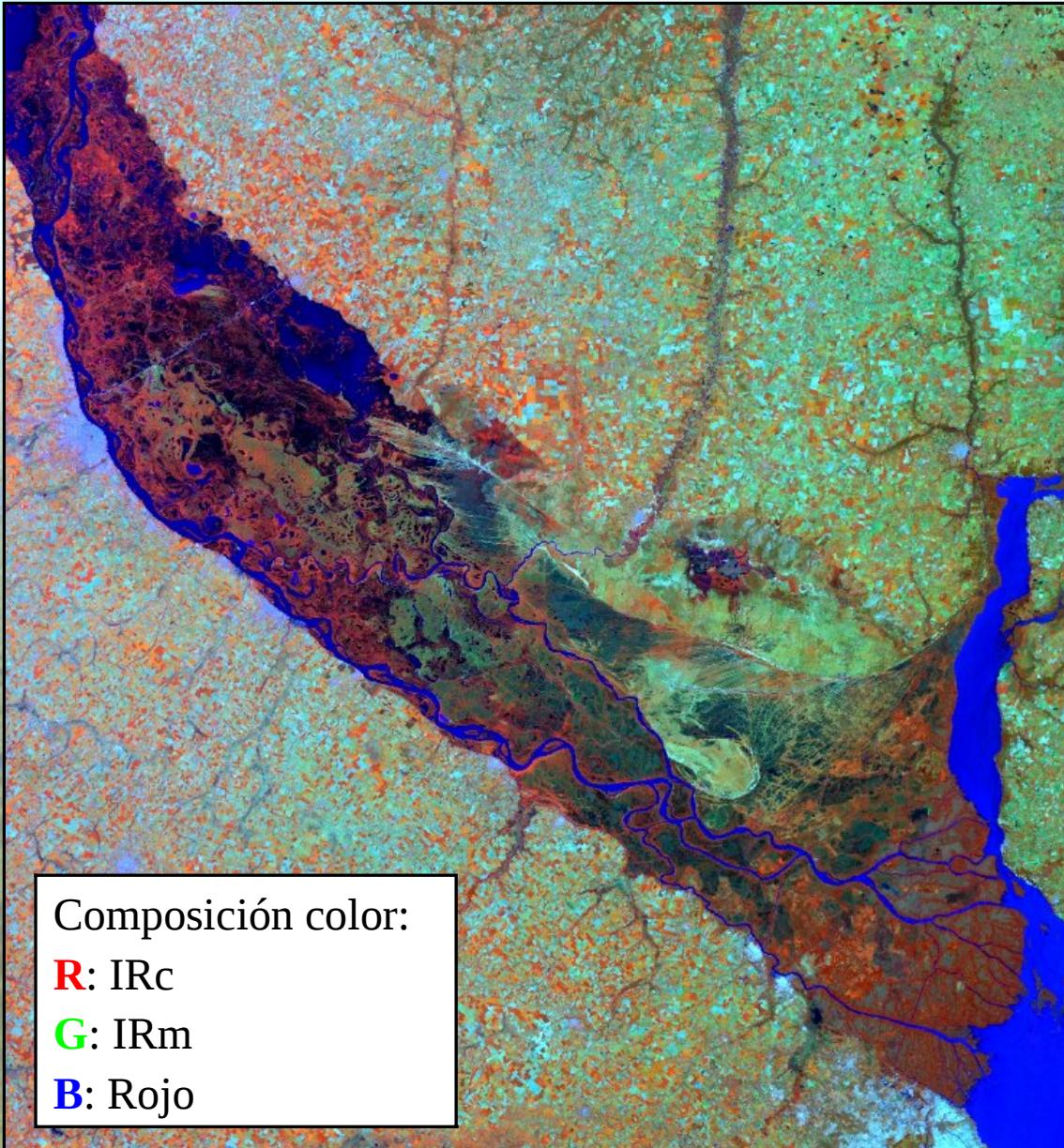
Analizar el **funcionamiento** del macrosistema Delta del Paraná, desde un punto de vista regional a partir de datos satelitales.

Esto implica que preferentemente se analizó el aporte que los sistemas de observación terrestre de escala regional (media resolución, alta cobertura espacial) hacen al monitoreo de procesos de interés

Se estudia la potencialidad de los sensores ópticos y de radar para el estudio y evaluación de eventos extremos, y la utilidad de series de tiempo de índices verdes para el monitoreo de los patrones de productividad presentes en el área de estudio.



ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL DE AMBIENTES.



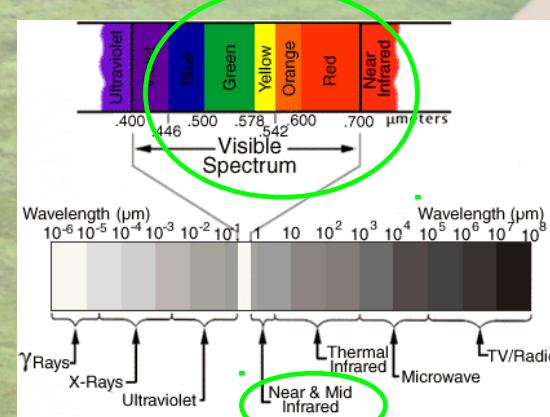
Composición color:

R: IRc

G: IRm

B: Rojo

Sistema satelital	SACC-MMRS
Ancho de barrido	360 Km.
Tamaño de píxel	175 m. x 175 m.
Número de bandas	5
Longitudes de onda	480-500 nm (Azul) 540-560 nm (Verde) 630-690 nm (Rojo) 795-835 nm (IRc) 1550-1700 nm (IRm)
Fecha	22/12/2004



ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL DE AMBIENTES.

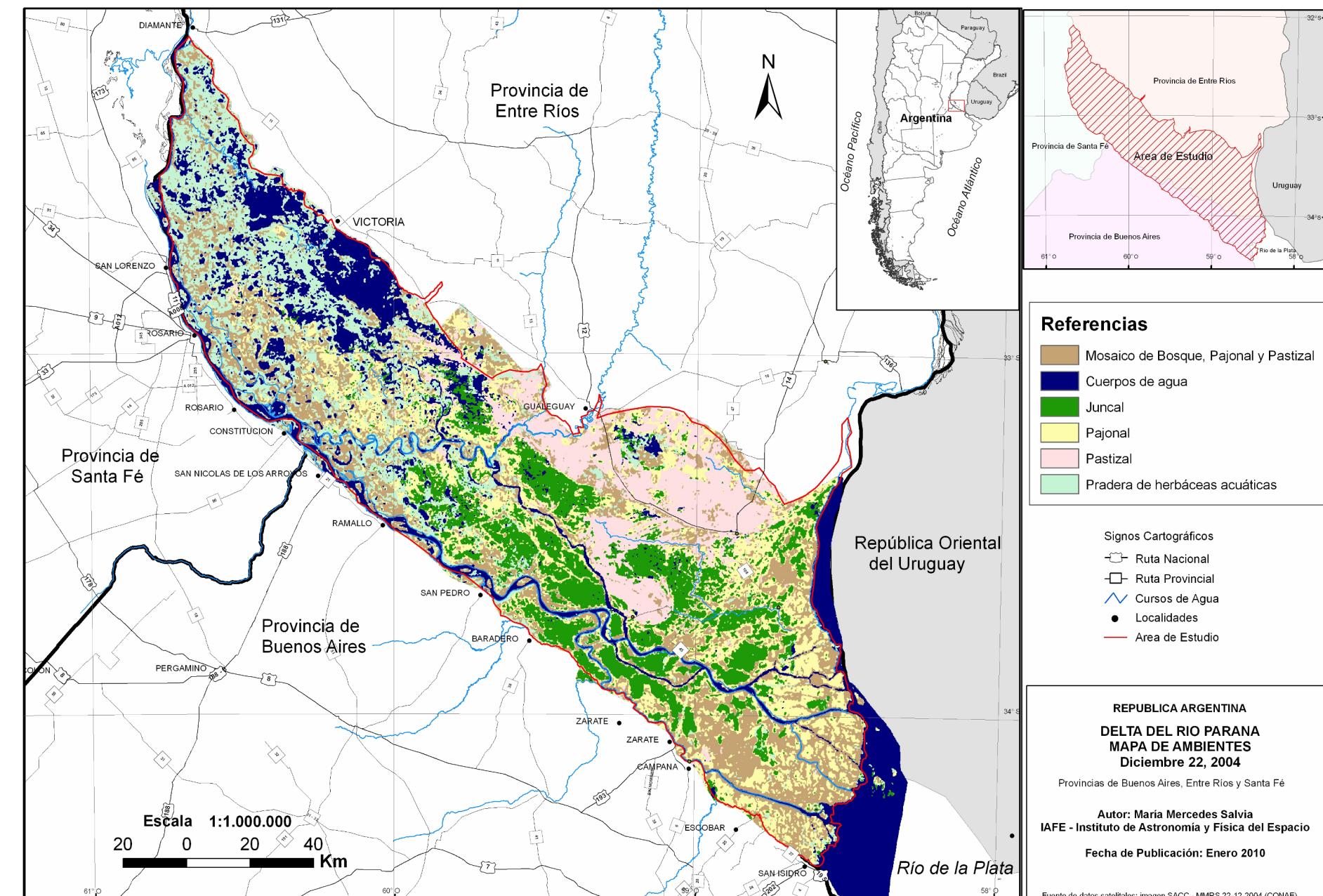
Preprocesamiento:

- Calibración
- Corrección atmosférica parcial por dispersión Rayleigh (Stumpf, 1992)
- Corrección geométrica y geolocalización

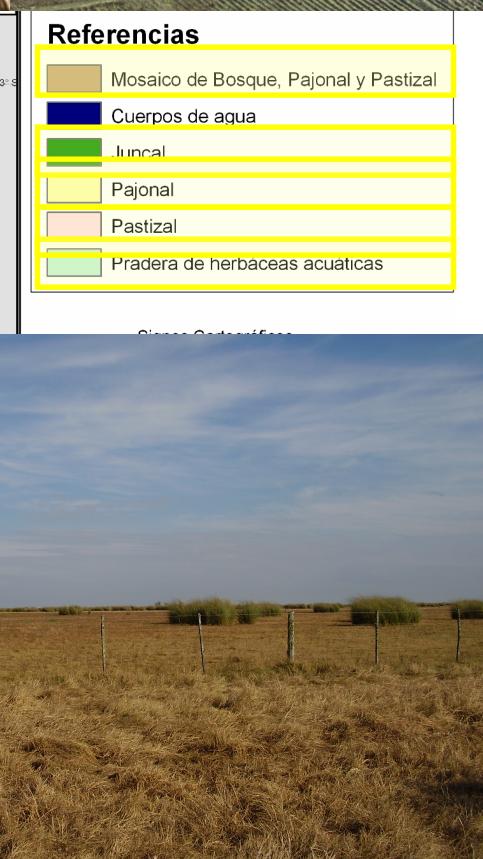
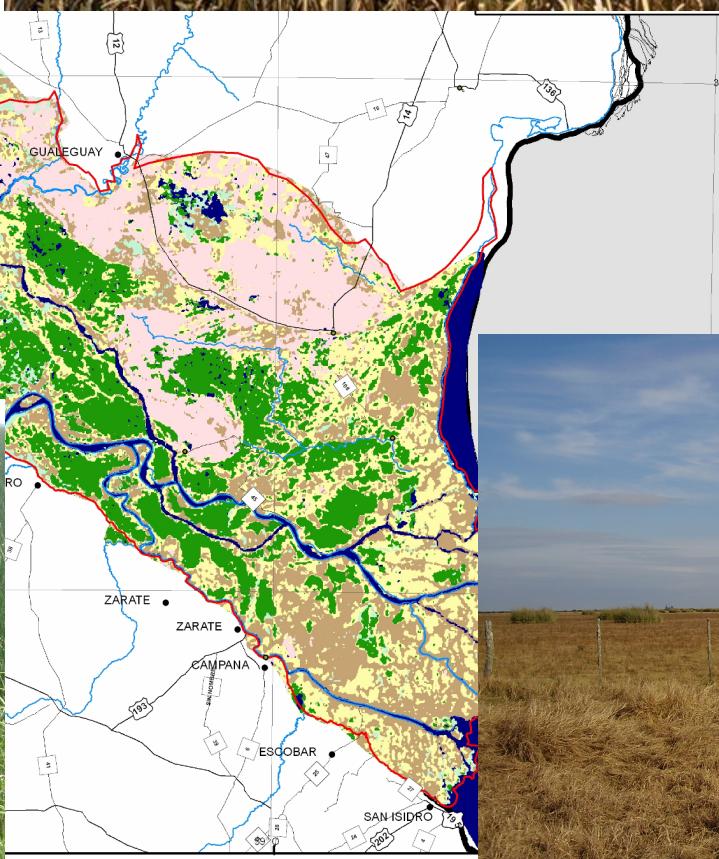
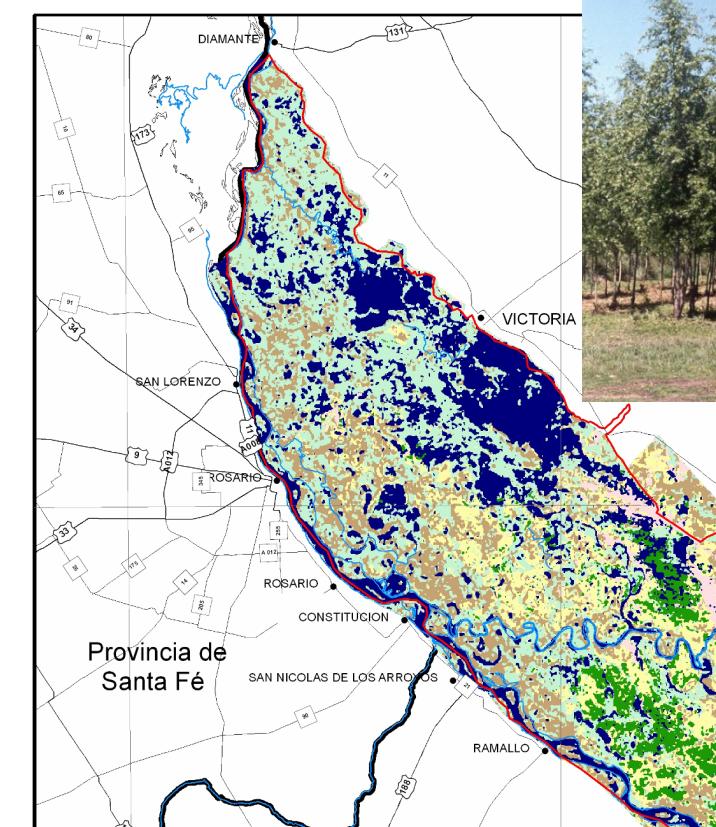
Procesamiento

- Clases de información: cuerpos de agua; mosaicos de bosque, pajonal y pastizal; juncales; pajonales; pastizales; praderas de herbáceas acuáticas.
- Método de clasificación no supervisado progresivo (cluster busting) basado en el algoritmo ISODATA (Jensen, 1996). 300 clases, 40 iteraciones y 0,98 como nivel de convergencia.
- Separabilidad espectral: Divergencia Transformada
- Evaluación de exactitud: mapa Kandus et al (2006) y puntos de campo.

ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL DE AMBIENTES.



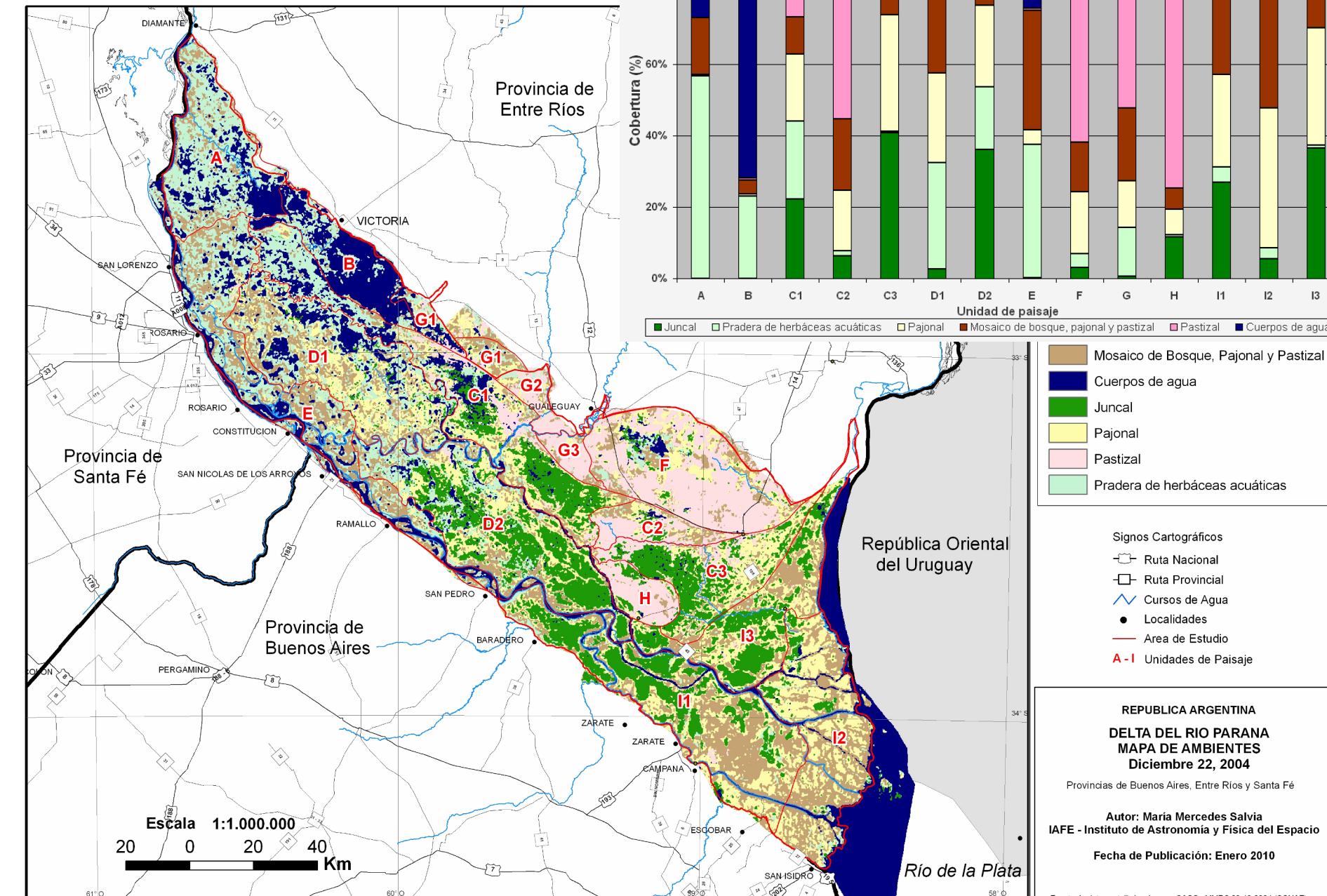
ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL DE AMBIENTE



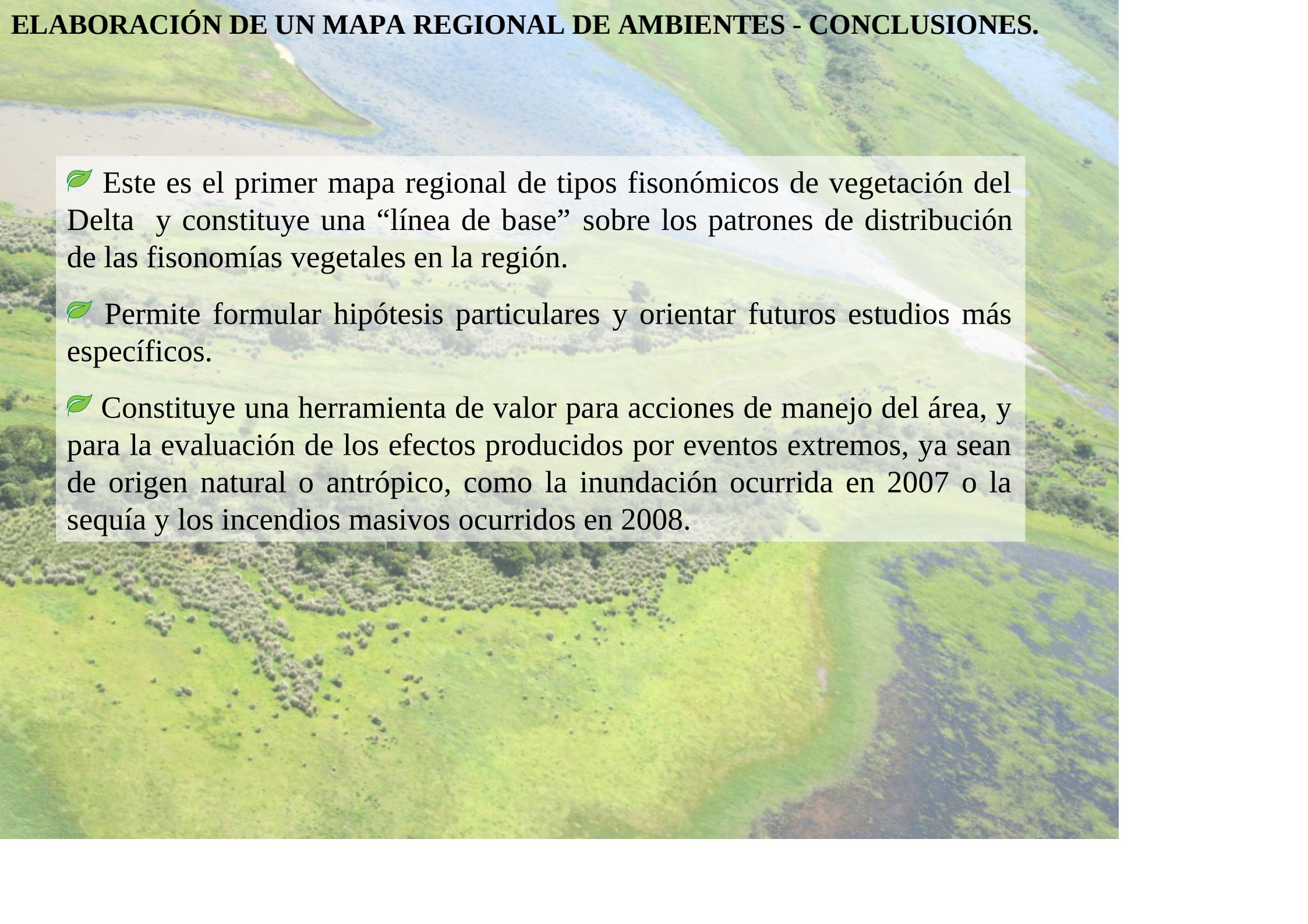
Referencias

Mosaico de Bosque, Pajonal y Pastizal
Cuerpos de agua
Iuncal
Pajonal
Pastizal
Pradera de herbaceas acuáticas

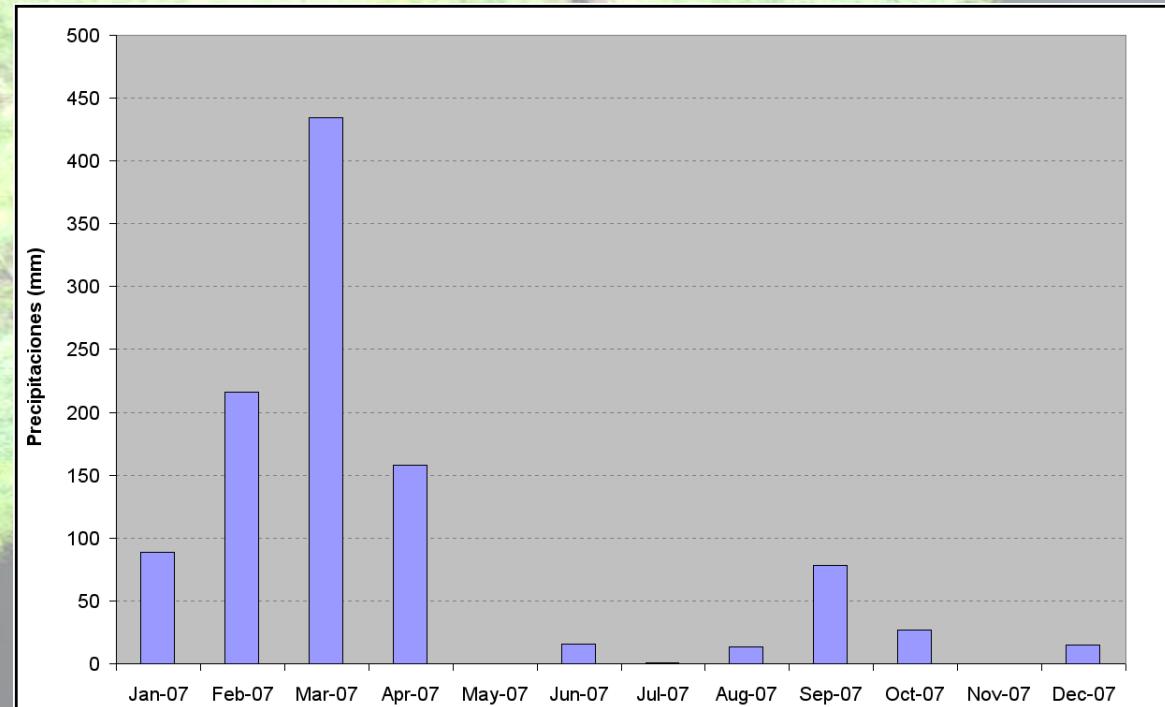
ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL



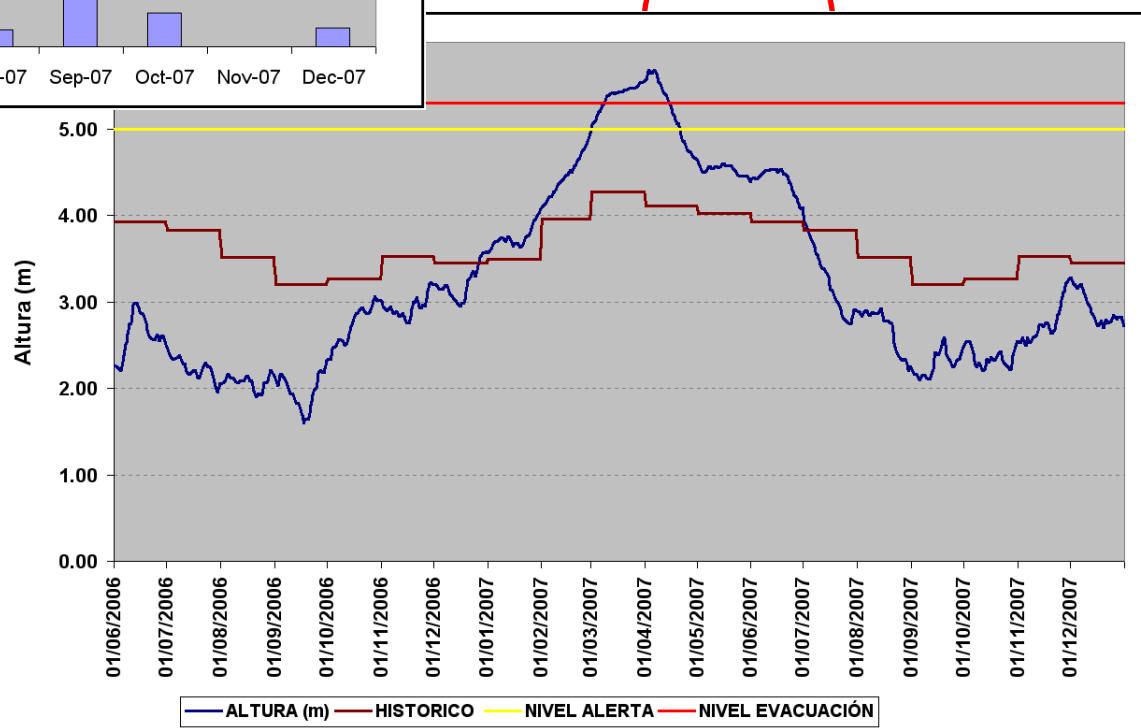
ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL DE AMBIENTES - CONCLUSIONES.

- 
- ☛ Este es el primer mapa regional de tipos fisonómicos de vegetación del Delta y constituye una “línea de base” sobre los patrones de distribución de las fisonomías vegetales en la región.
 - ☛ Permite formular hipótesis particulares y orientar futuros estudios más específicos.
 - ☛ Constituye una herramienta de valor para acciones de manejo del área, y para la evaluación de los efectos producidos por eventos extremos, ya sean de origen natural o antrópico, como la inundación ocurrida en 2007 o la sequía y los incendios masivos ocurridos en 2008.

EVALUACIÓN DE INUNDACIONES



Evento	Intensidad	ONI máximo alcanzado
1982-1983	Fuerte	2,3
1997-1998	Fuerte	2,5
2002-2003	Moderado	1,5
2004-2005	Debil	0,9
2006-2007	Moderado	1,2
2009-2010	Fuerte	1,8

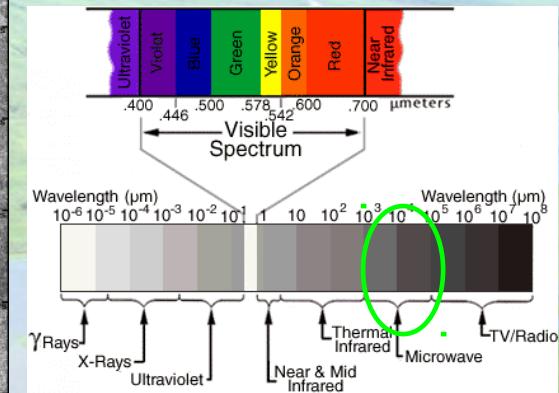
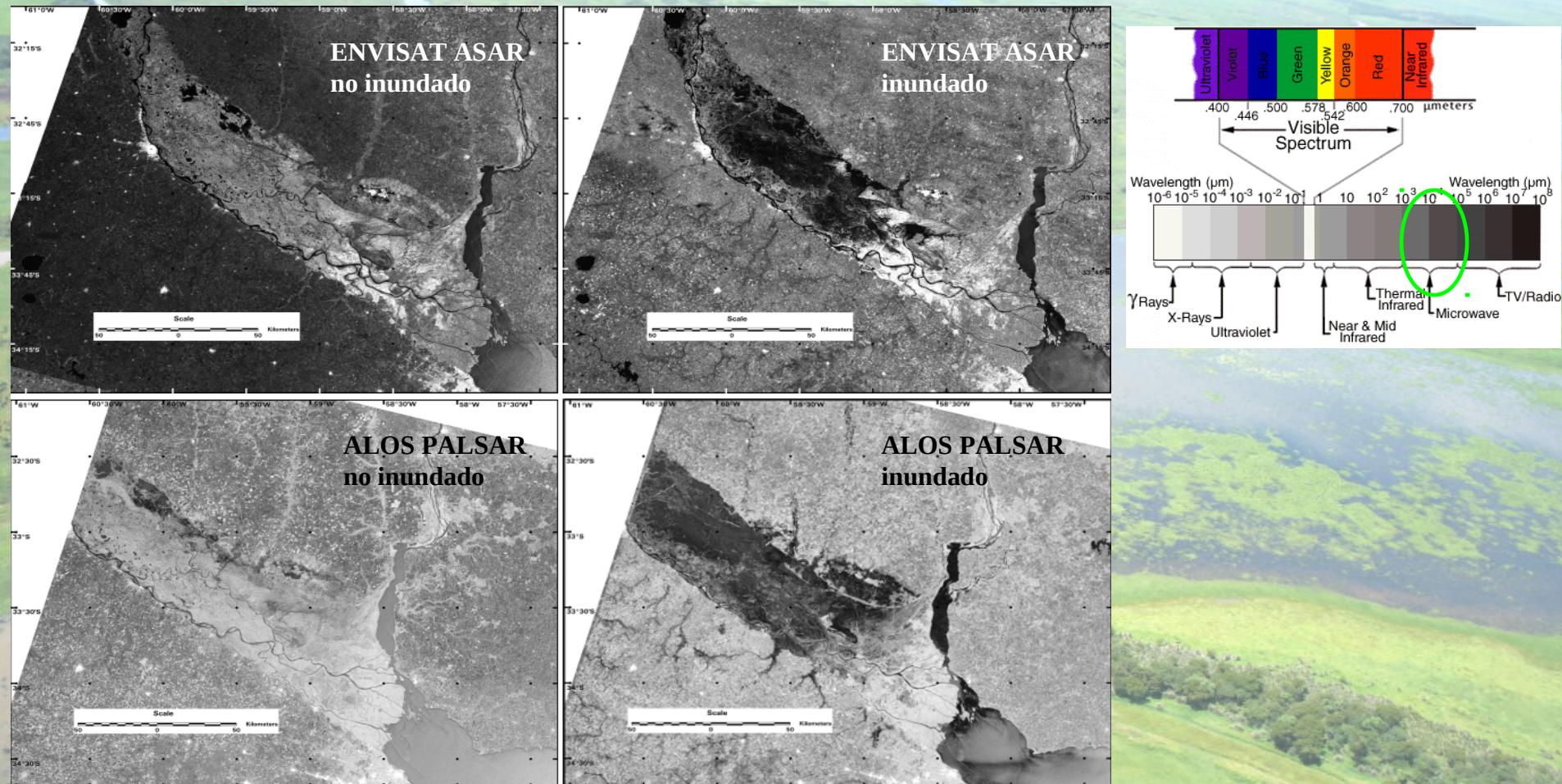


600

550

100

EVALUACIÓN DE INUNDACIONES



	Agencia Espacial	Tipo de sensor	Ancho de barrido	Tamaño de píxel	Frecuencia central de operación	Polarización	Fechas utilizadas
ENVISAT ASAR WSM (Banda C)	ESA	Activo	400 Km	75 m	5,3 GHz ($\lambda = 5 \text{ cm}$)	HH	12/09/2005 (NI) 26/03/2007 (I)
ALOS PALSAR WB1 (Banda L)	JAXA	Activo	360 Km	100 m	1,27 GHz ($\lambda = 23,6 \text{ cm.}$)	HH	31/12/2006 (NI) 02/04/2007 (I)

EVALUACIÓN DE INUNDACIONES

Preprocesamiento:

- Calibración a coeficiente de retrodispersión σ^0
- Corregistro
- Geolocalización

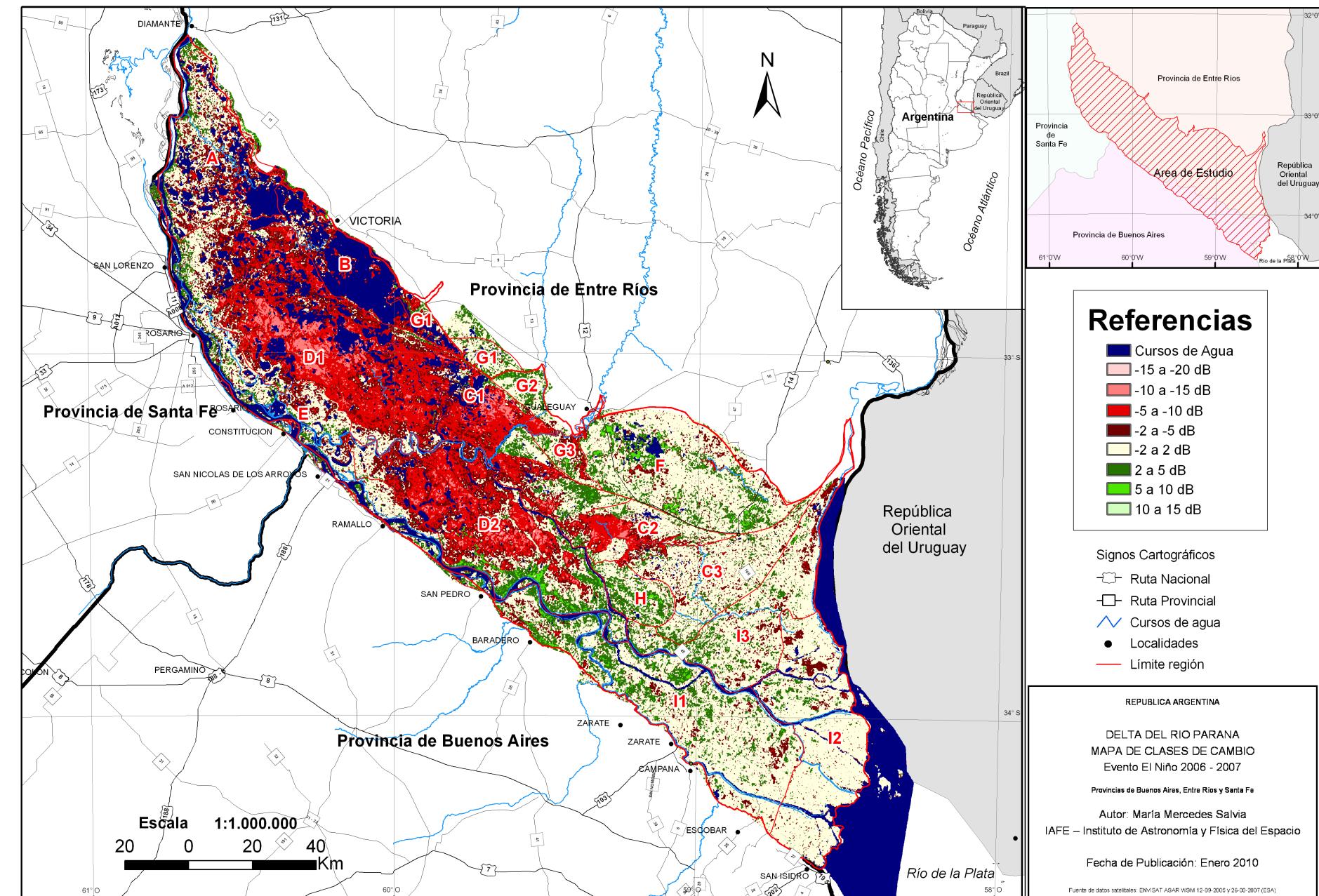
Procesamiento

- Detección de cambios mediante diferencia de imágenes y segmentación

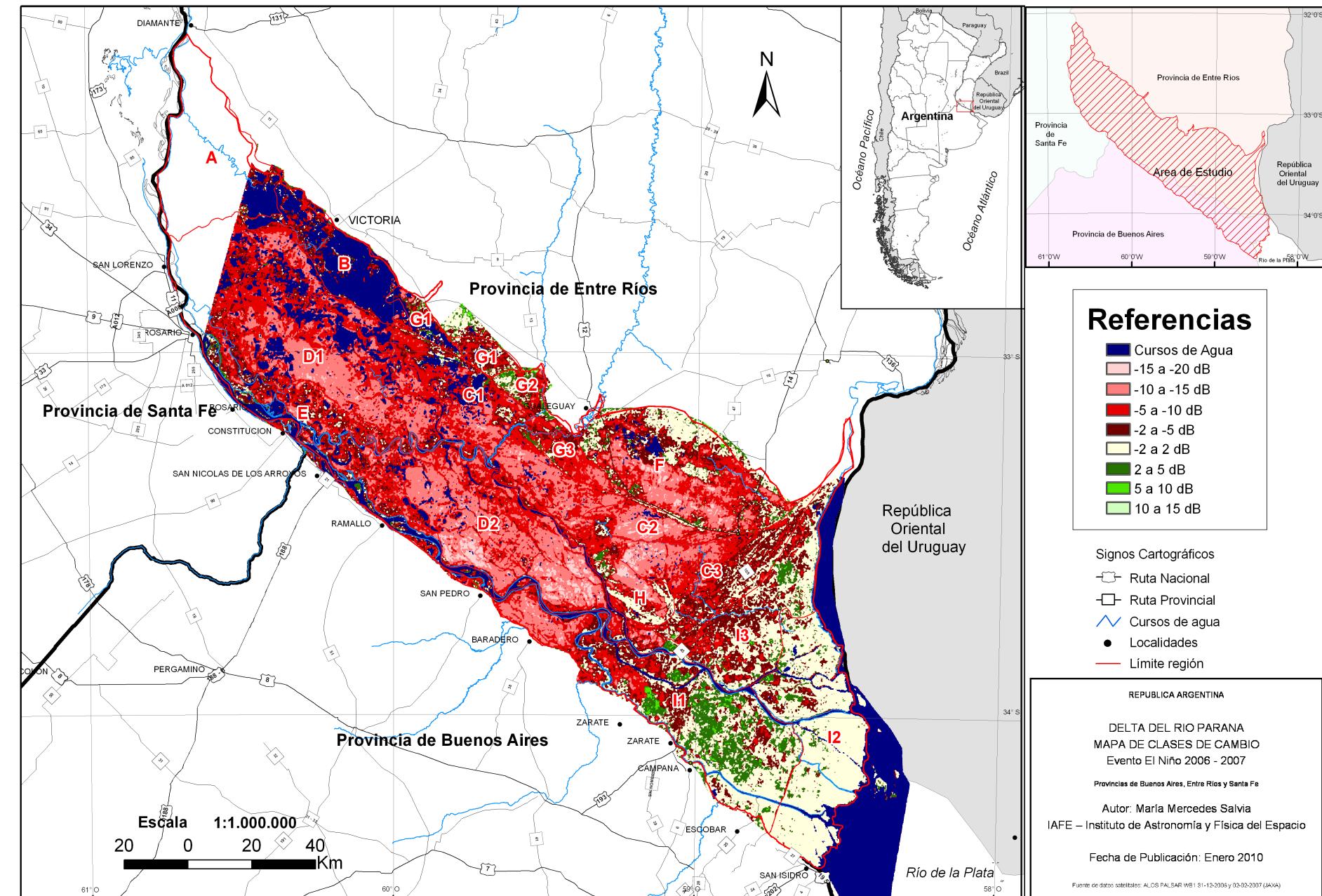
$$D_{ij} = \sigma^0_{ij}(2) - \sigma^0_{ij}$$

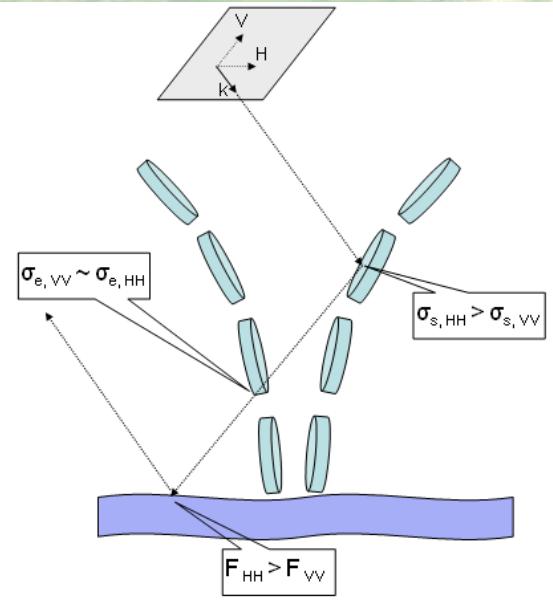
- Interpretación de los cambios usando un modelo de interacción basado en la teoría de transferencia radiativa desarrollado en la universidad de Tor Vergata y adaptado para vegetación herbácea por Grings *et al* (2006, 2009)
- Definición de clases de cambio correspondientes a inundación

EVALUACIÓN DE INUNDACIONES



EVALUACIÓN DE INUNDACIONES

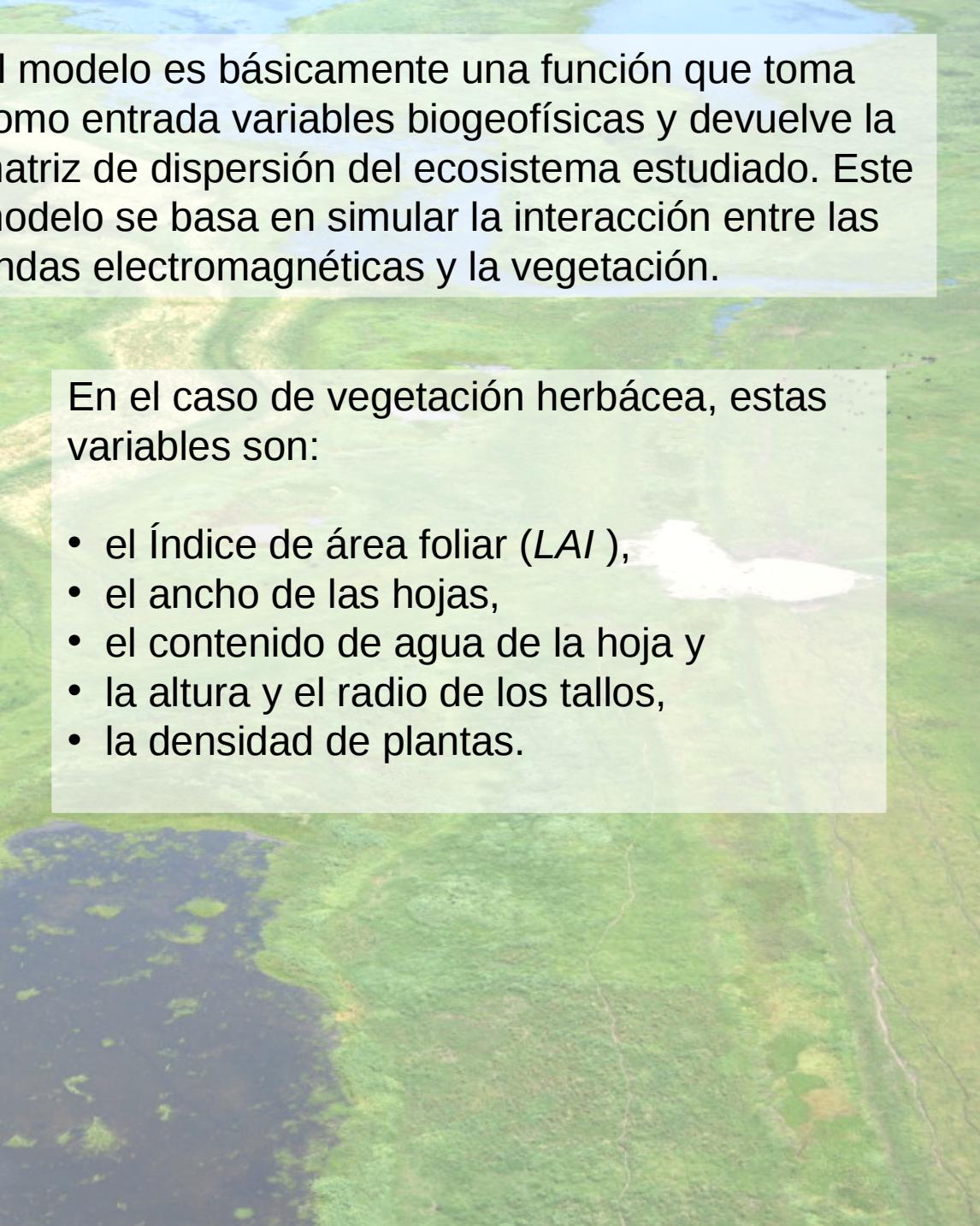
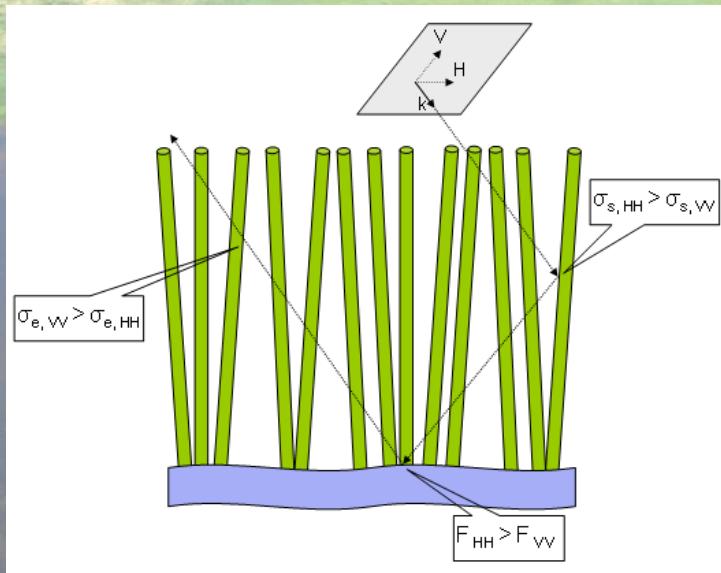




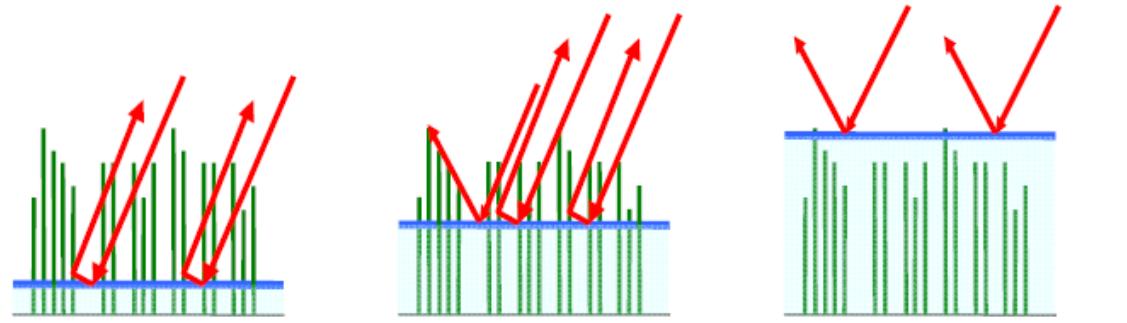
El modelo es básicamente una función que toma como entrada variables biogeofísicas y devuelve la matriz de dispersión del ecosistema estudiado. Este modelo se basa en simular la interacción entre las ondas electromagnéticas y la vegetación.

En el caso de vegetación herbácea, estas variables son:

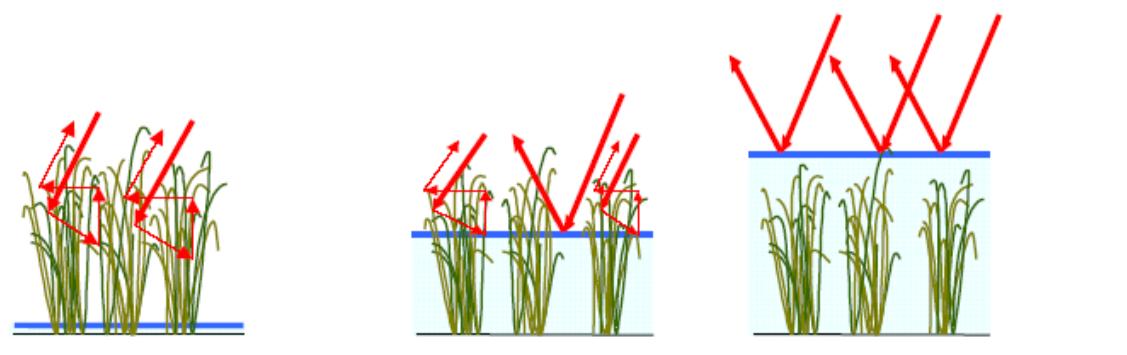
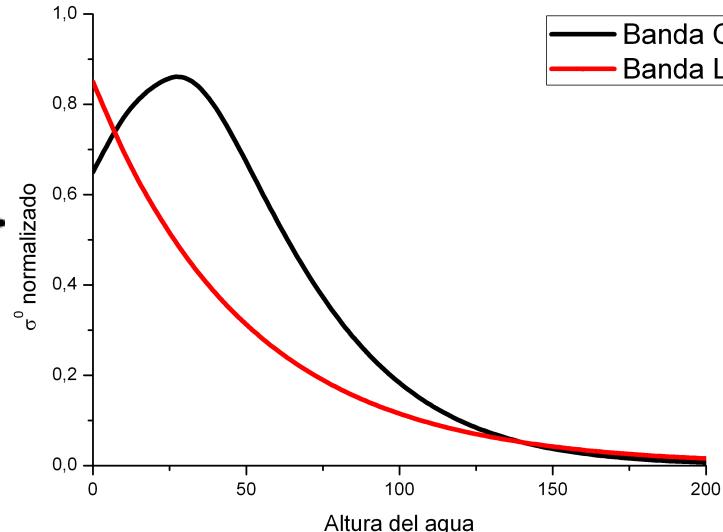
- el Índice de área foliar (*LAI*),
- el ancho de las hojas,
- el contenido de agua de la hoja y
- la altura y el radio de los tallos,
- la densidad de plantas.



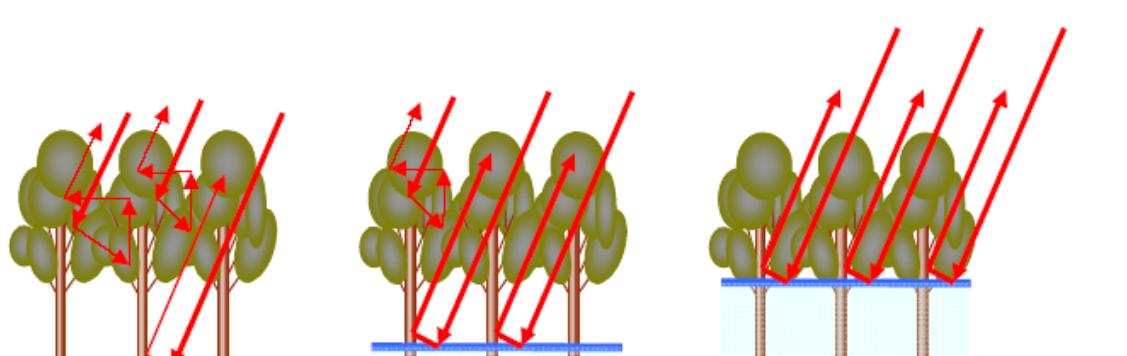
EVALUACIÓN DE INUNDACIONES



Disminución de la señal retrodispersada

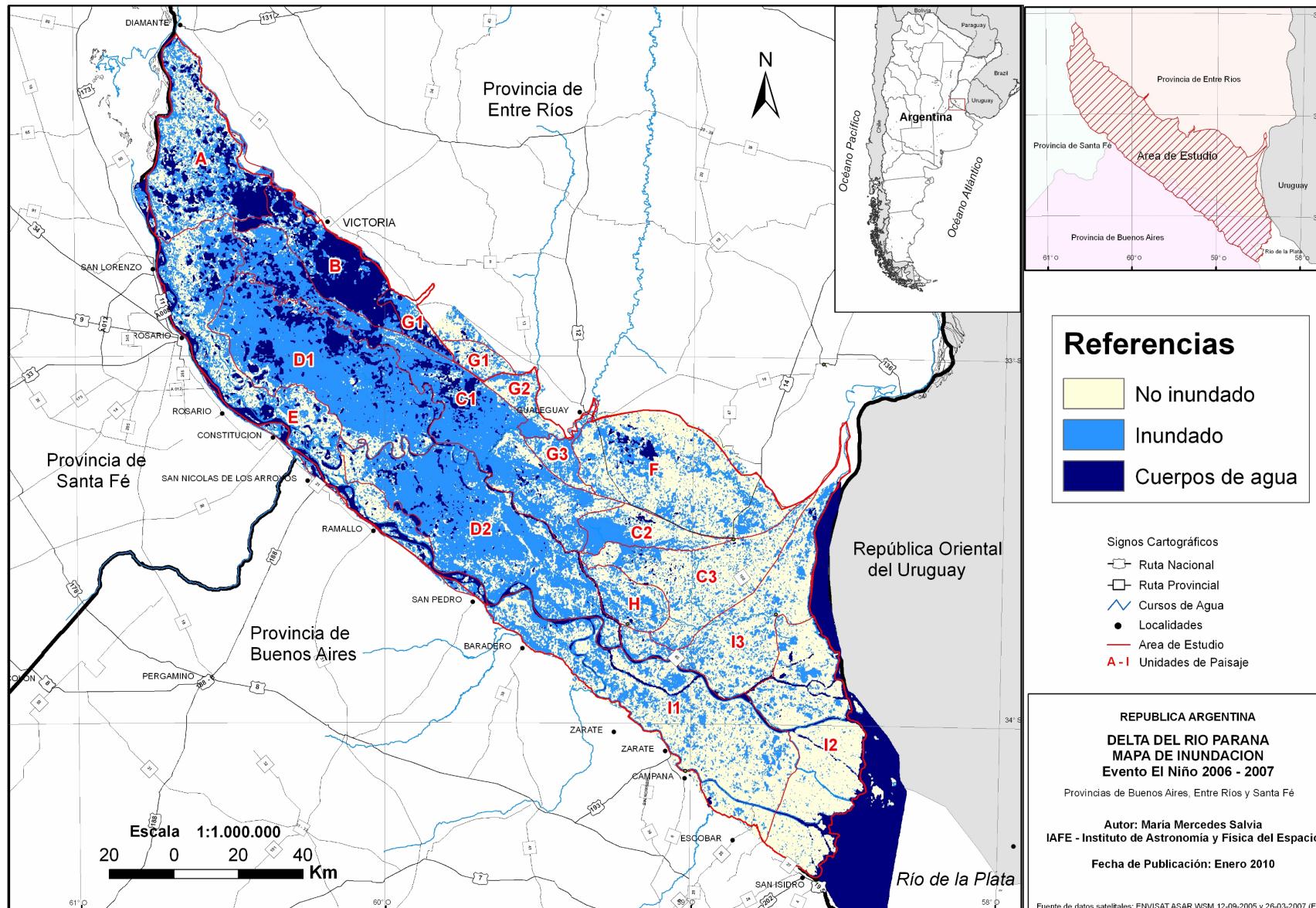


Disminución de la señal retrodispersada



Aumento de la señal retrodispersada.

EVALUACIÓN DE INUNDACIONES



Referencias

- [Light Yellow Box] No inundado
- [Medium Blue Box] Inundado
- [Dark Blue Box] Cuerpos de agua

Signos Cartográficos

- Ruta Nacional
- Ruta Provincial
- ~ Cursos de Agua
- Localidades
- Área de Estudio
- A - I Unidades de Paisaje

REPUBLICA ARGENTINA
DELTA DEL RIO PARANA
MAPA DE INUNDACION
Evento El Niño 2006 - 2007

Provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fé

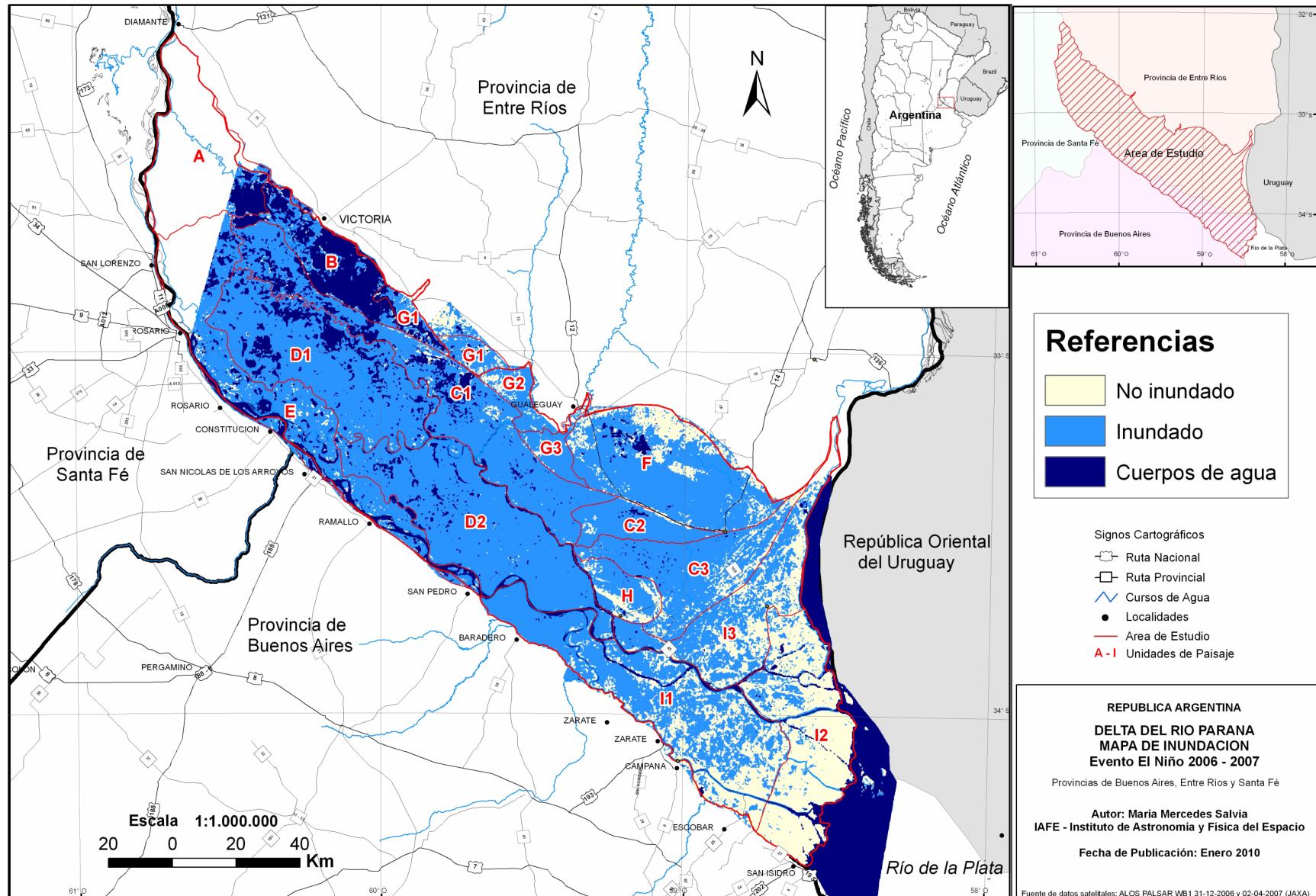
Autor: María Mercedes Salvia
IAFE - Instituto de Astronomía y Física del Espacio

Fecha de Publicación: Enero 2010

Fuente de datos satelitales: ENVISAT ASAR WSM 12-09-2005 y 26-03-2007 (ESA)

El día 26/03/2007 la superficie inundada llegaba a las 815.300 ha, lo que representa el 49,3 % del área

EVALUACIÓN DE INUNDACIONES



El día 02/04/2007 la superficie inundada llegaba a 1.170.400 ha, lo que representa el 76,9 % del área estudiada

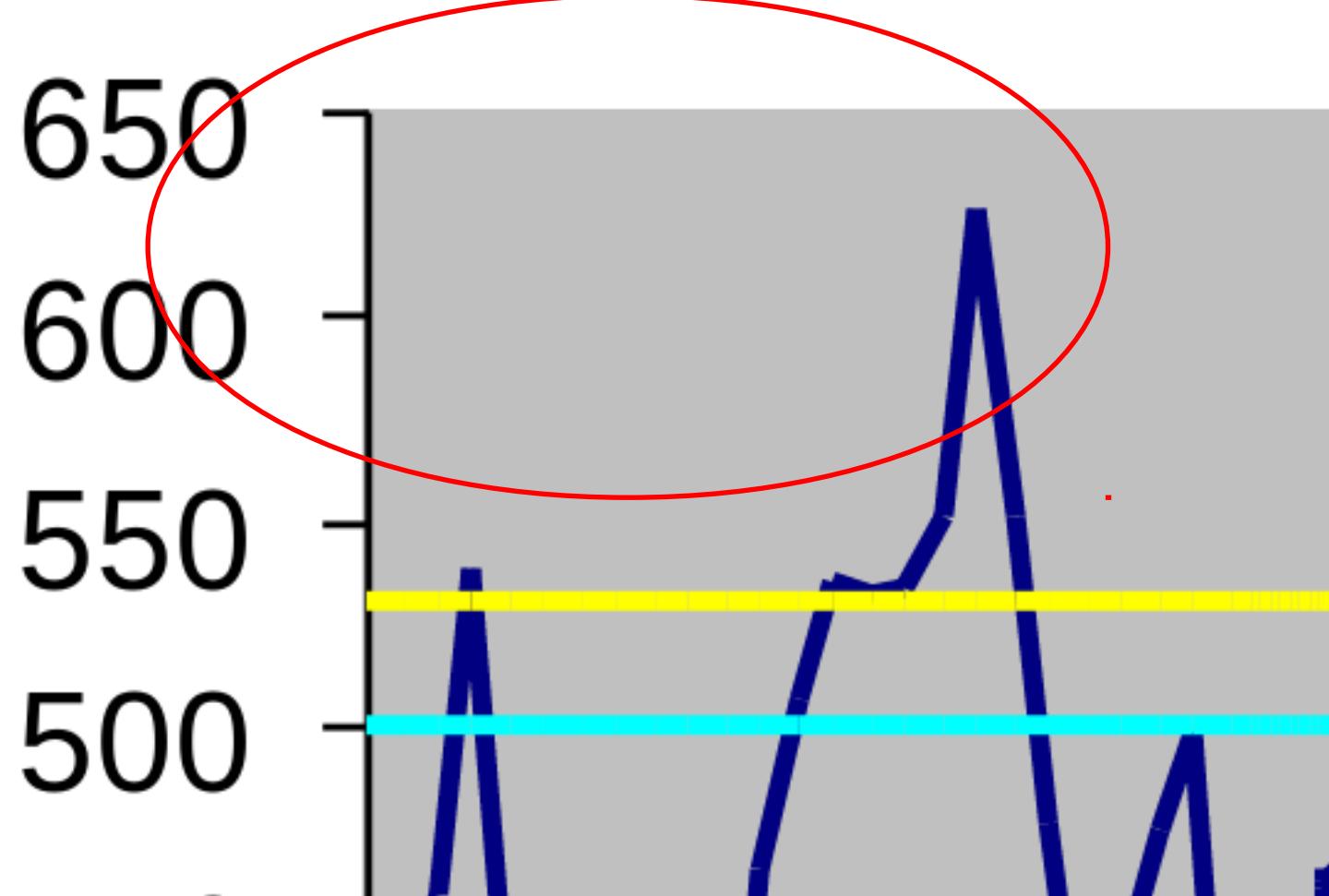
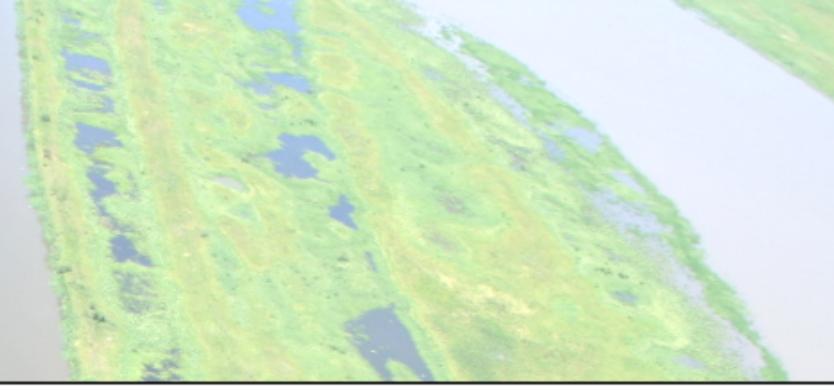
EVALUACIÓN DE INUNDACIONES – CONCLUSIONES

造林 Generalmente, durante los eventos de inundación no es posible obtener imágenes ópticas debido a la cobertura de nubes sobre el área, además, no puede verse el agua presente debajo del dosel de la vegetación densa, especialmente en la arbórea. Estos dos inconvenientes pueden solucionarse mediante el uso de imágenes del rango de las microondas, que pueden obtenerse en presencia de nubes, y que potencialmente atraviesan el dosel de la vegetación, permitiendo “observar” el agua presente por debajo de la misma.

造林 Se observó una diferencia importante en el área inundada, debida en parte a las capacidades diferenciales de los sistemas SAR para detectar cambios en la altura del agua dentro de los ambientes, y en parte al avance de la crecida del río Paraná y las importantes precipitaciones que ocurrieron en el área de estudio en el período ocurrido entre la adquisición de las imágenes de condiciones inundadas.

造林 La información sobre los efectos de las inundaciones en el área de estudio, puede resultar útil para las acciones de manejo del área, ya que permite evaluar zonas de mayor vulnerabilidad a inundaciones lo que representa mayor riesgo para las actividades productivas que se desarrollan en el área de estudio (especialmente las ganaderas).

ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

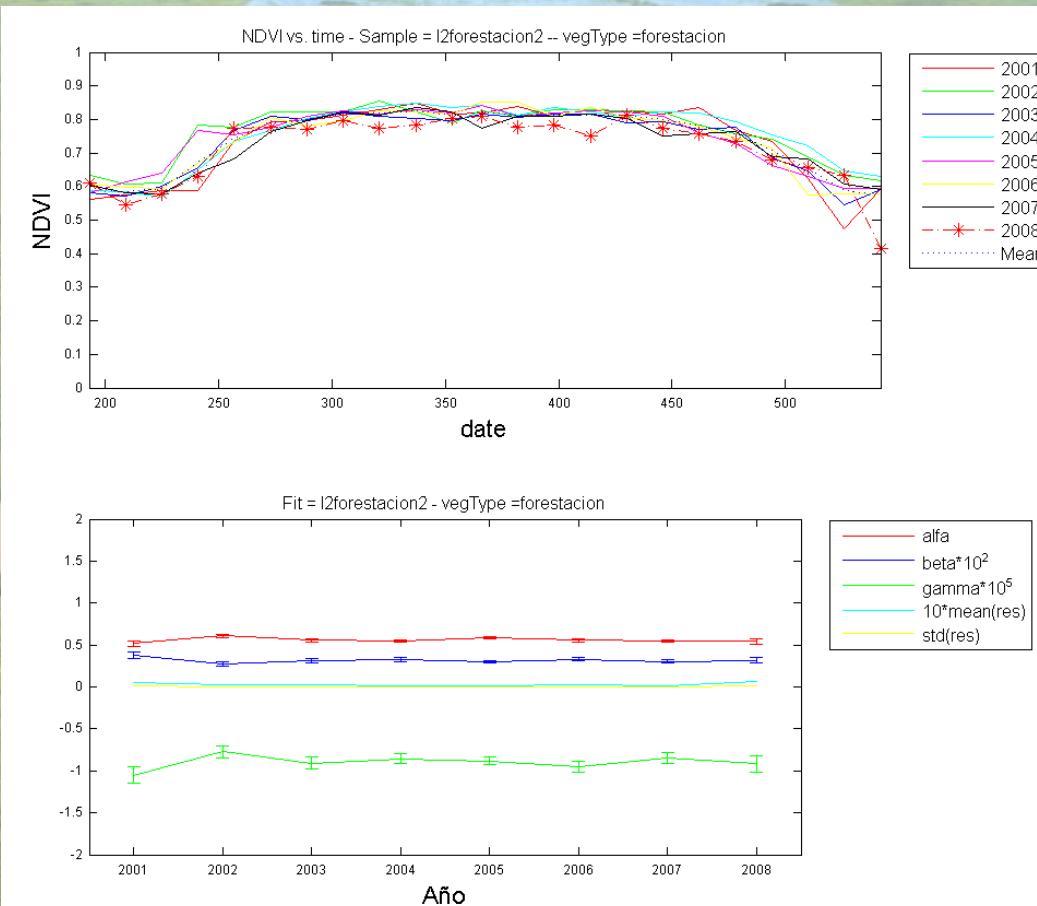


ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

a. Análisis de los patrones de NDVI

$$NDVI = \alpha + \beta JD + \gamma JD^2$$

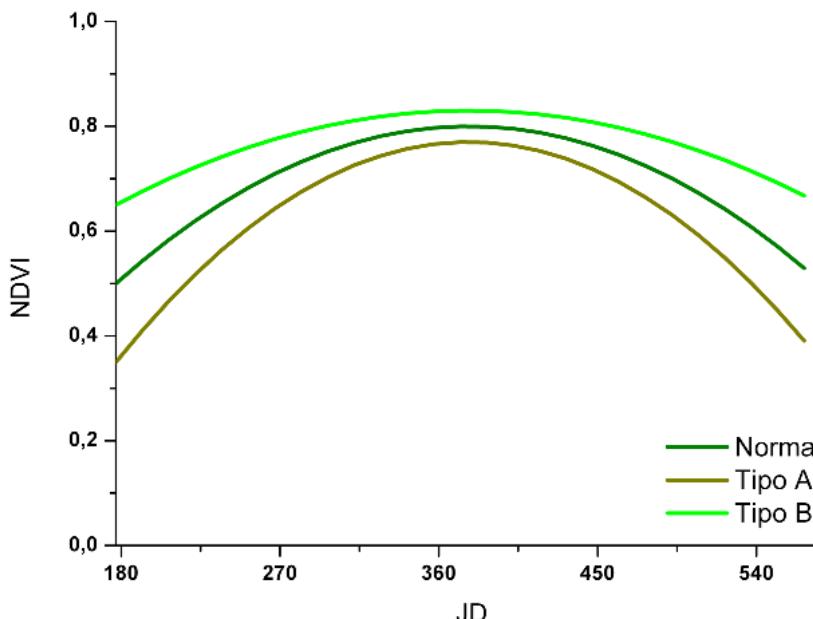
El modelo parabólico representa bien los patrones de NDVI encontrados en vegetación no disturbada.



ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

a. Análisis de los patrones de NDVI

Más del 95% de los cambios observados en los parámetros del modelo parabólico pertenecen a dos tipos:



$$NDVI = \alpha + \beta JD + \gamma JD^2$$

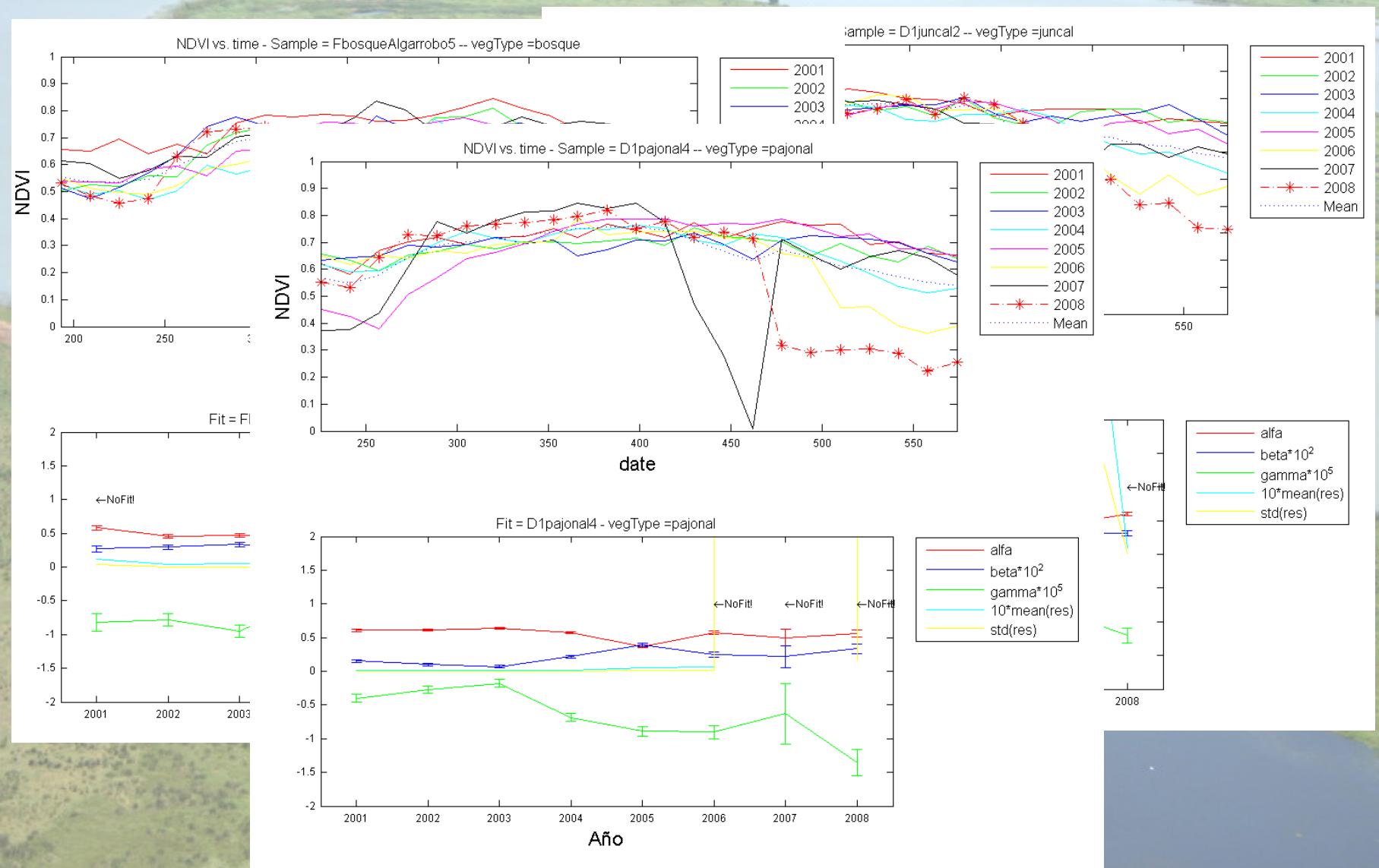


Tipo de cambio	Descripción	Interpretación ecológica
Tipo A	$\uparrow\beta \downarrow\alpha \downarrow\gamma$	Relacionado con una disminución en la biomasa verde de invierno (α), un aumento en la tasa inicial de acumulación de biomasa (β) y una reducción en la duración de la temporada de crecimiento (γ).
Tipo B	$\downarrow\beta \uparrow\alpha \uparrow\gamma$	Relacionado con una aumento en la biomasa verde de invierno (α), una disminución en la tasa inicial de acumulación de biomasa (β) y un aumento en la duración de la temporada de crecimiento (γ).

ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

a. Análisis de los patrones de NDVI

Se identificaron desviaciones o rupturas del patrón parabólico en casos de eventos extremos

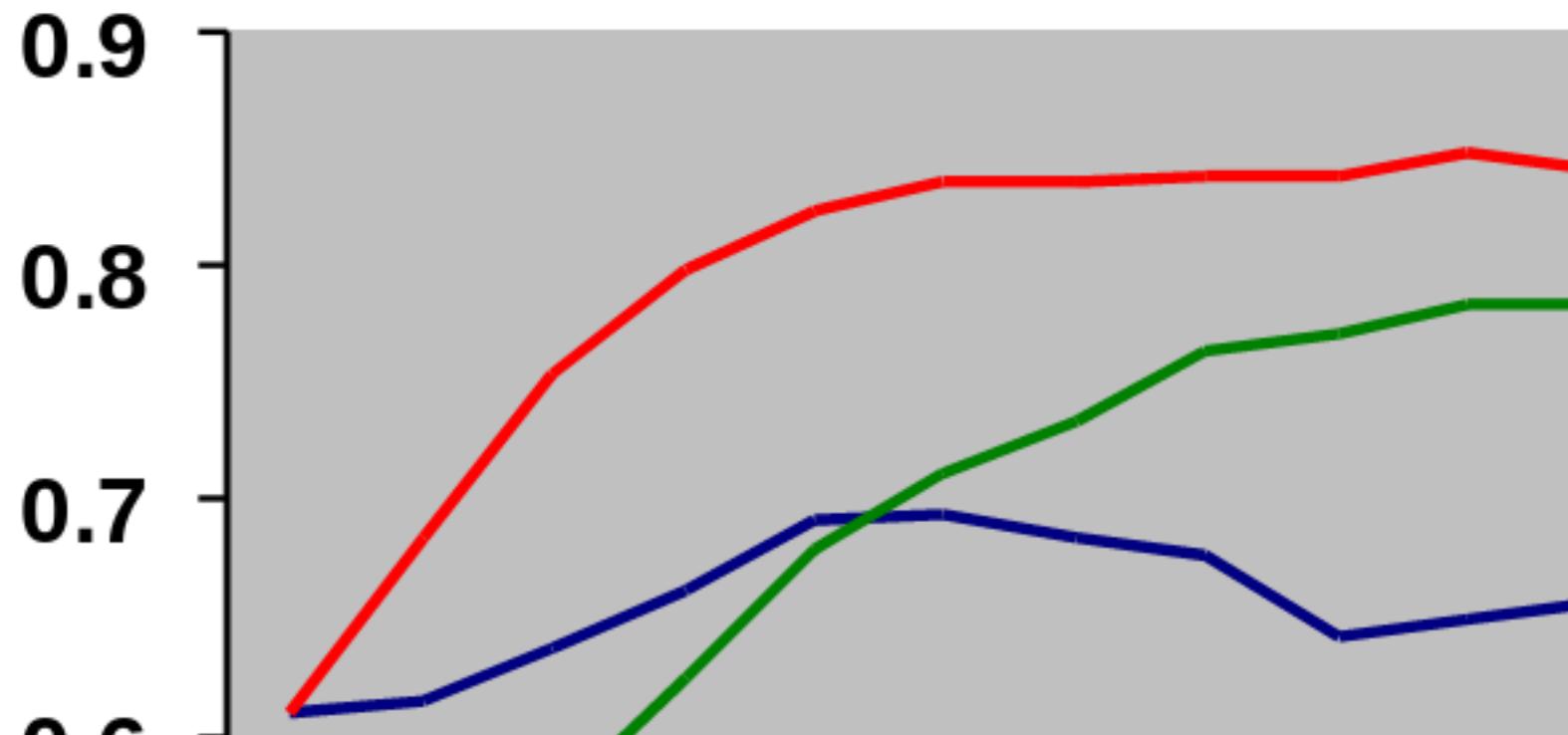


ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

b1. Clasificación de los patrones de NDVI mediante la curva anual promedio y su variabilidad.

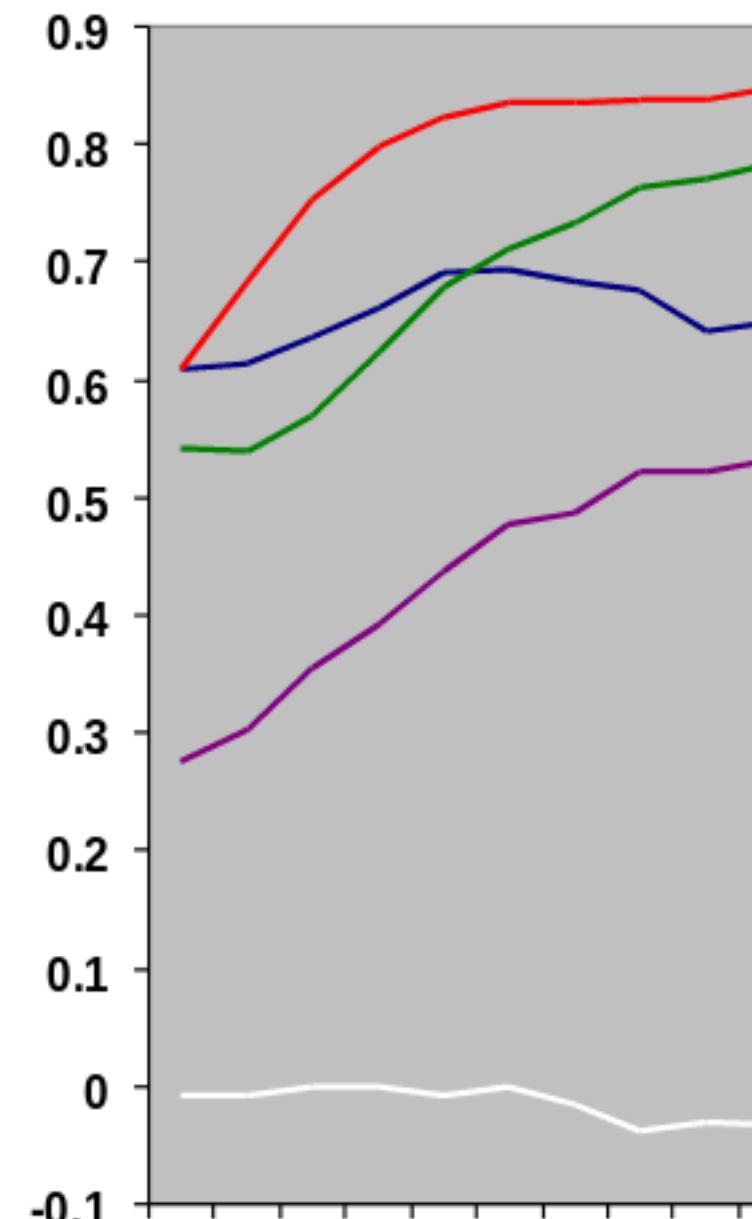
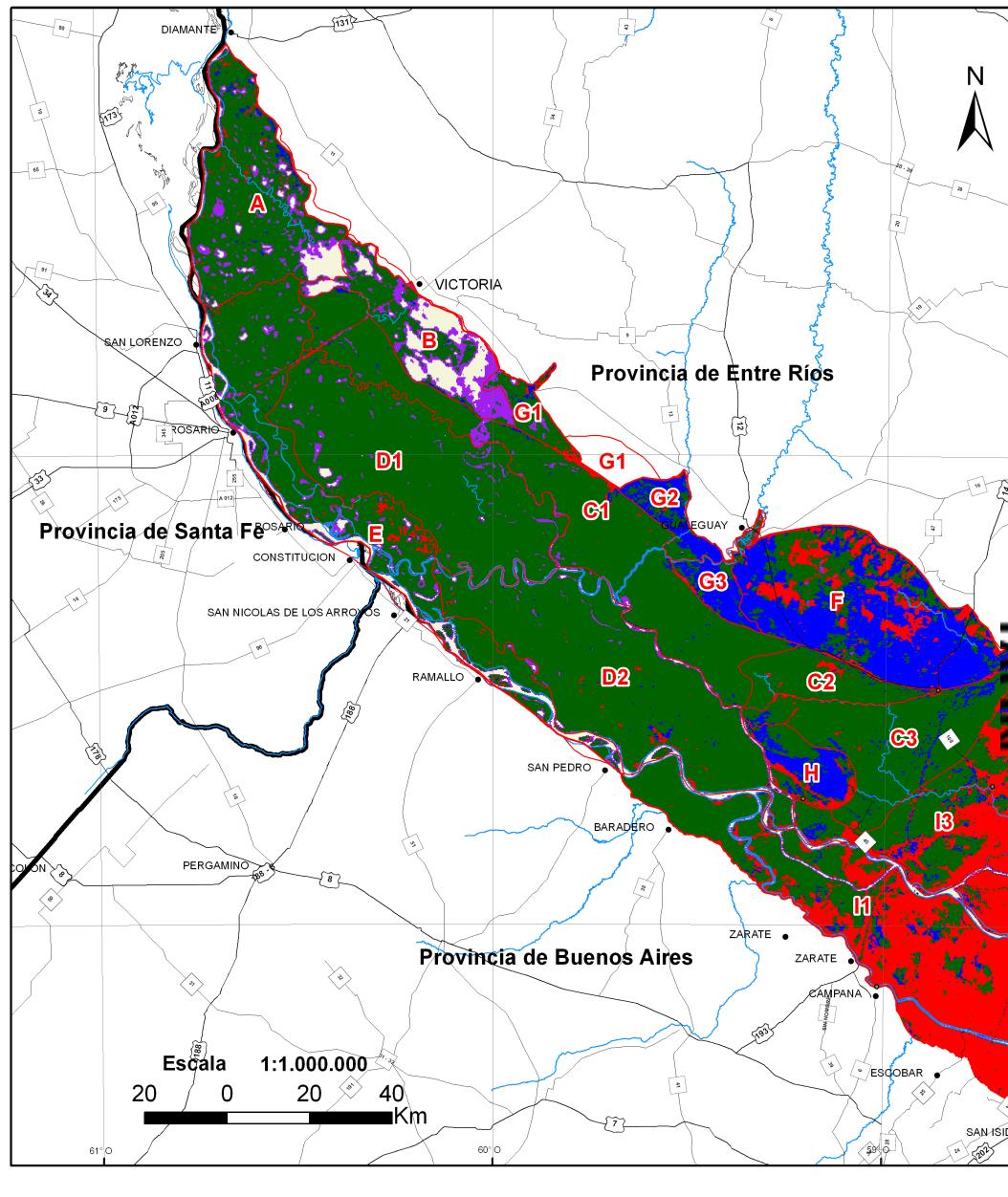
Para cada quincena del año se calculó una imagen de valor medio y otra de desvío estándar. Estas se agruparon en una única imagen y se clasificaron mediante ISODATA.

Se obtuvieron patrones temporales que distinguen los tipos de comportamiento de la vegetación y sus influencias hidrológicas.



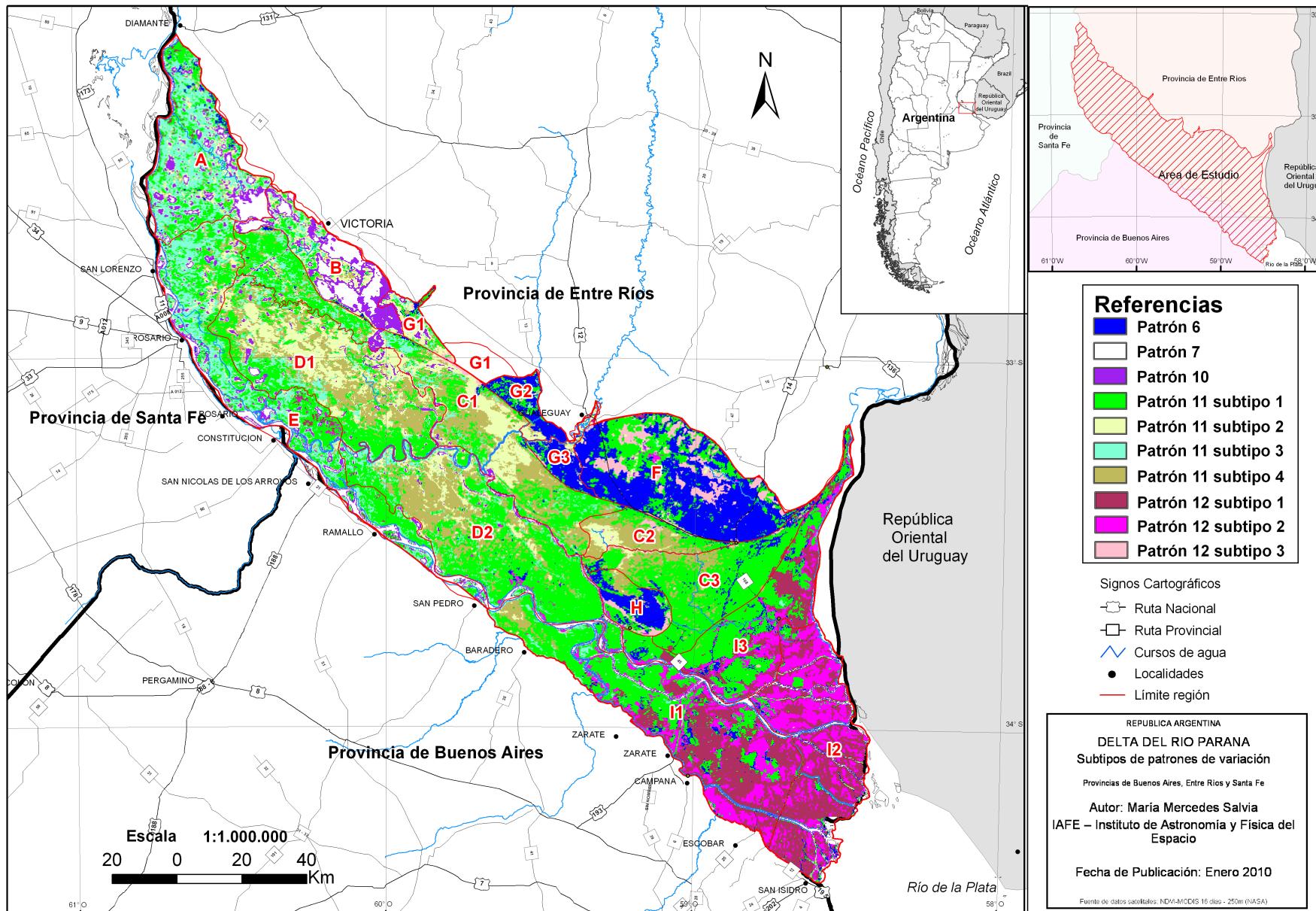
ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

b1. Clasificación de los patrones de NDVI mediante la curva anual promedio y su variabilidad



ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

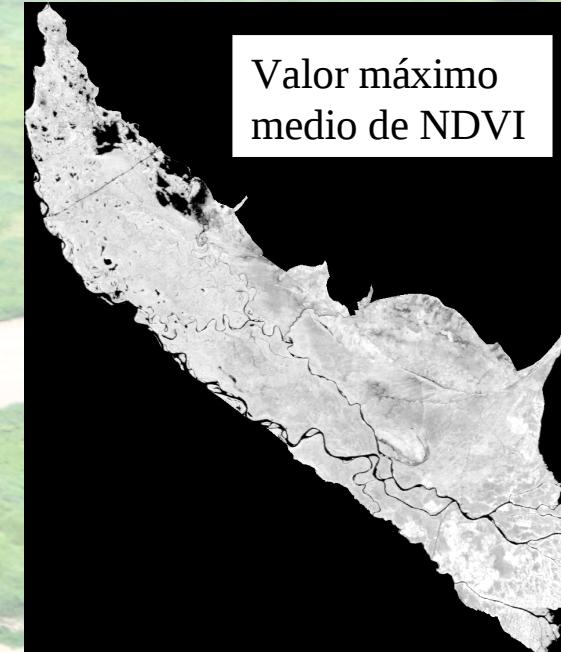
b1. Clasificación de los patrones de NDVI mediante la curva anual promedio y su variabilidad



ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

b2. Extracción y clasificación de variables sintéticas de la serie de tiempo

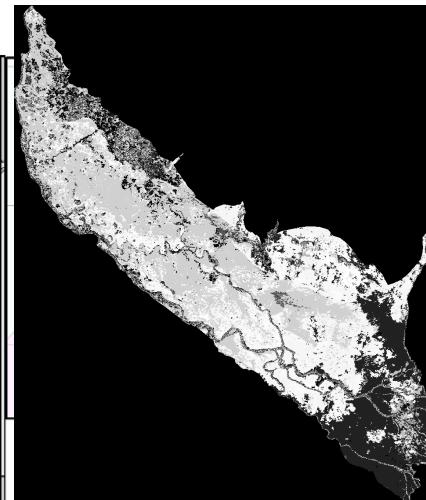
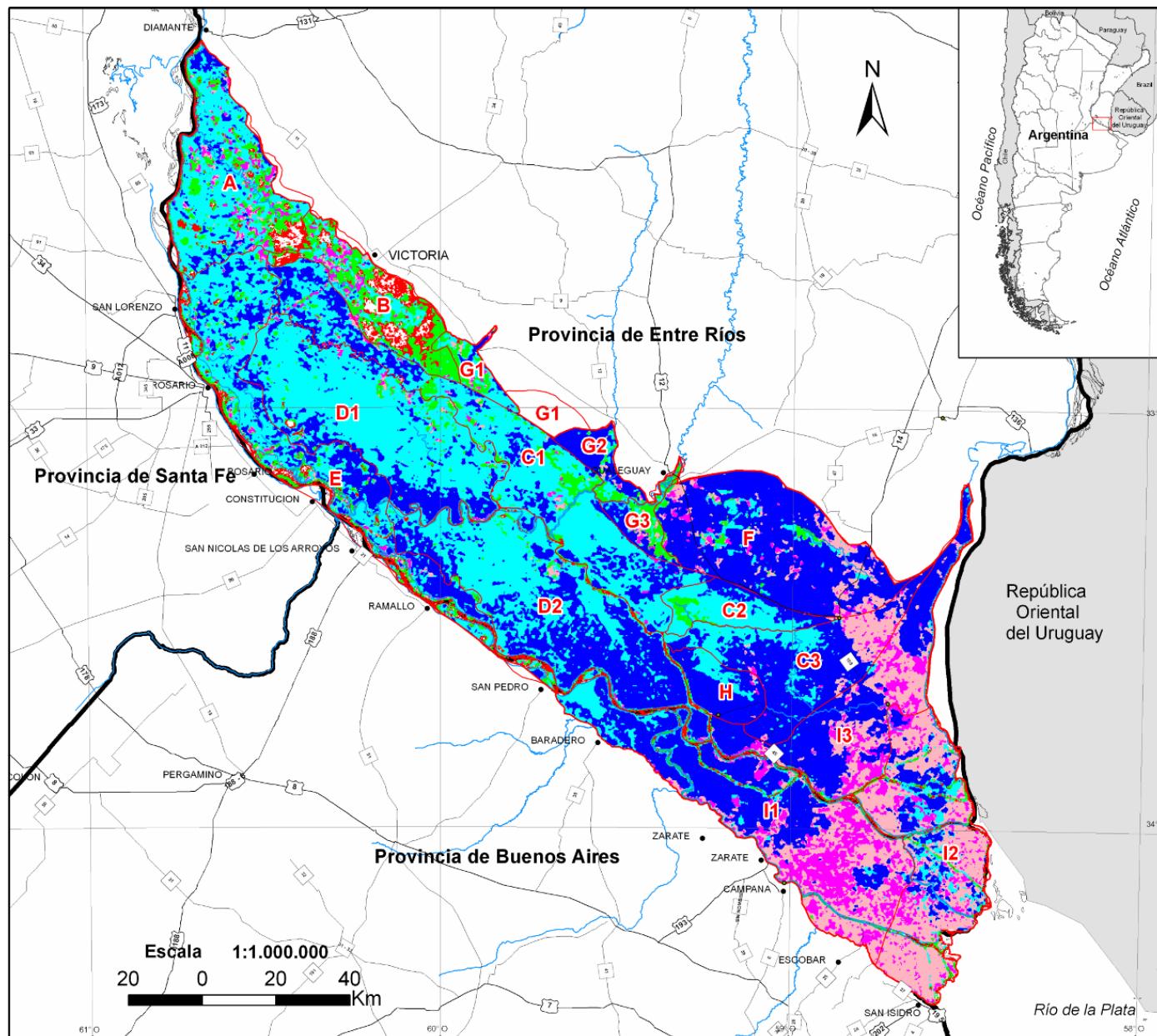
Se calcularon y clasificaron 17 variables estadísticas a partir de la serie temporal completa. Este es un enfoque alternativo muy usado en ecosistemas terrestres, especialmente en la delimitación global de coberturas, como por ejemplo en la delimitación de Biomas.



Variable	Significado estadístico	Significado biológico	Rango de variación
Mínimo absoluto	Valor mínimo de índice verde en el periodo de estudio.	Mayor senescencia, menor cobertura verde, o mayor inundación en el periodo de estudio	Teórico: -1 a 1 Observado: -1 a 0,65
Banda del mínimo absoluto de NDVI	Fecha del valor mínimo de índice verde en el período estudiado	Momento de mayor afectación por eventos extremos o menor cobertura vegetal	Teórico: 1 a 204 Observado: 1 a 204
Máximo medio	Media del valor máximo anual de índice verde	Valor medio del máximo verdor. Valor estimado del verdor en un año.	Teórico: -1 a 1 Observado: 0,07 a 0,91

ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

b2. Extracción y clasificación de variables sintéticas de la serie de tiempo



Referencias

- Abril - Mayo de 2001
- Agosto 2004 - Marzo 2005
- Julio 2006 - Abril 2007
- Junio 2001
- Marzo - Agosto de 2008
- Septiembre - Diciembre de 2001

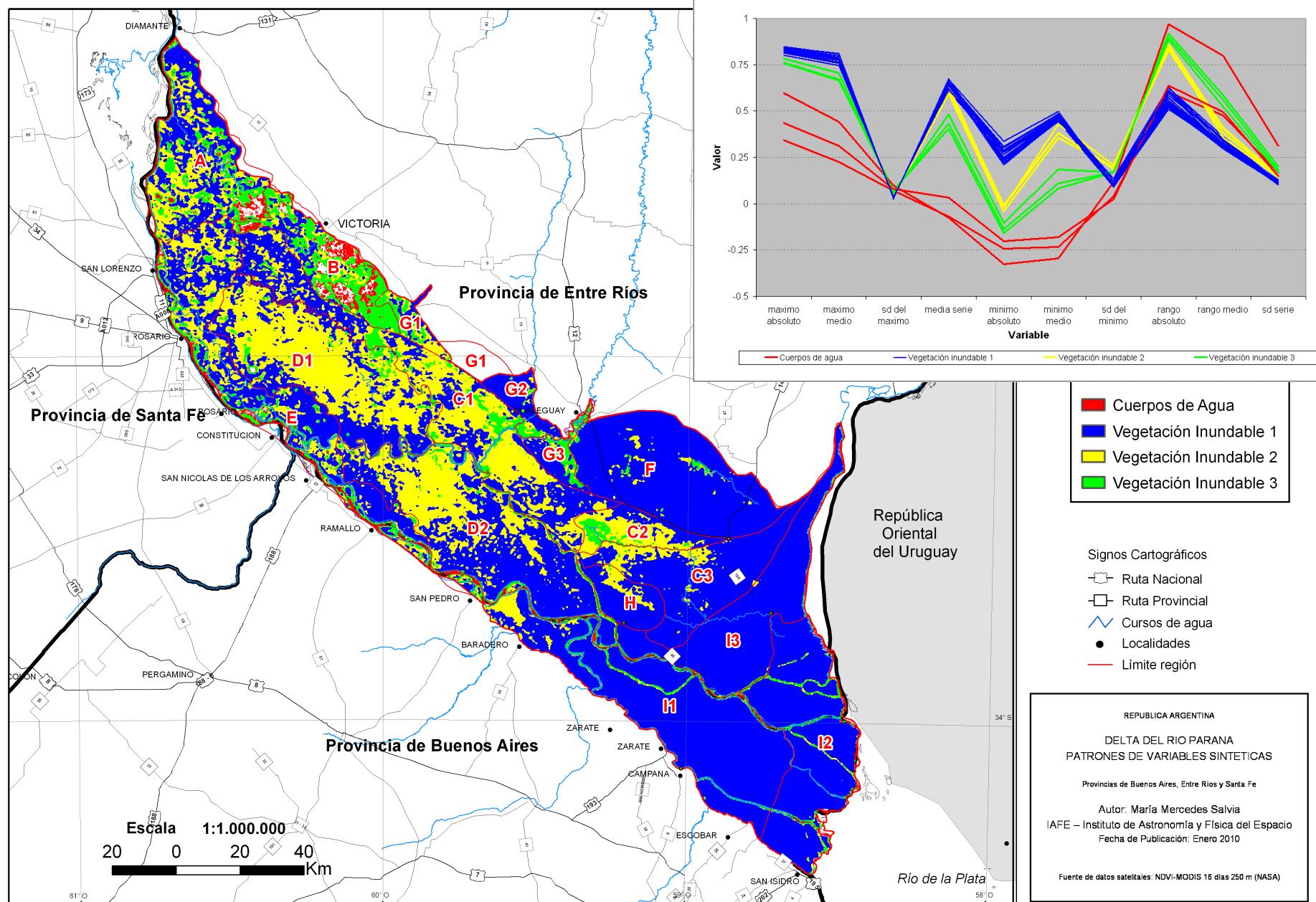
Signos Cartográficos

- Ruta Nacional (Open square)
- Ruta Provincial (Open rectangle)
- Cursos de agua (Blue line)
- Localidades (Black dot)
- Límite región (Red line)

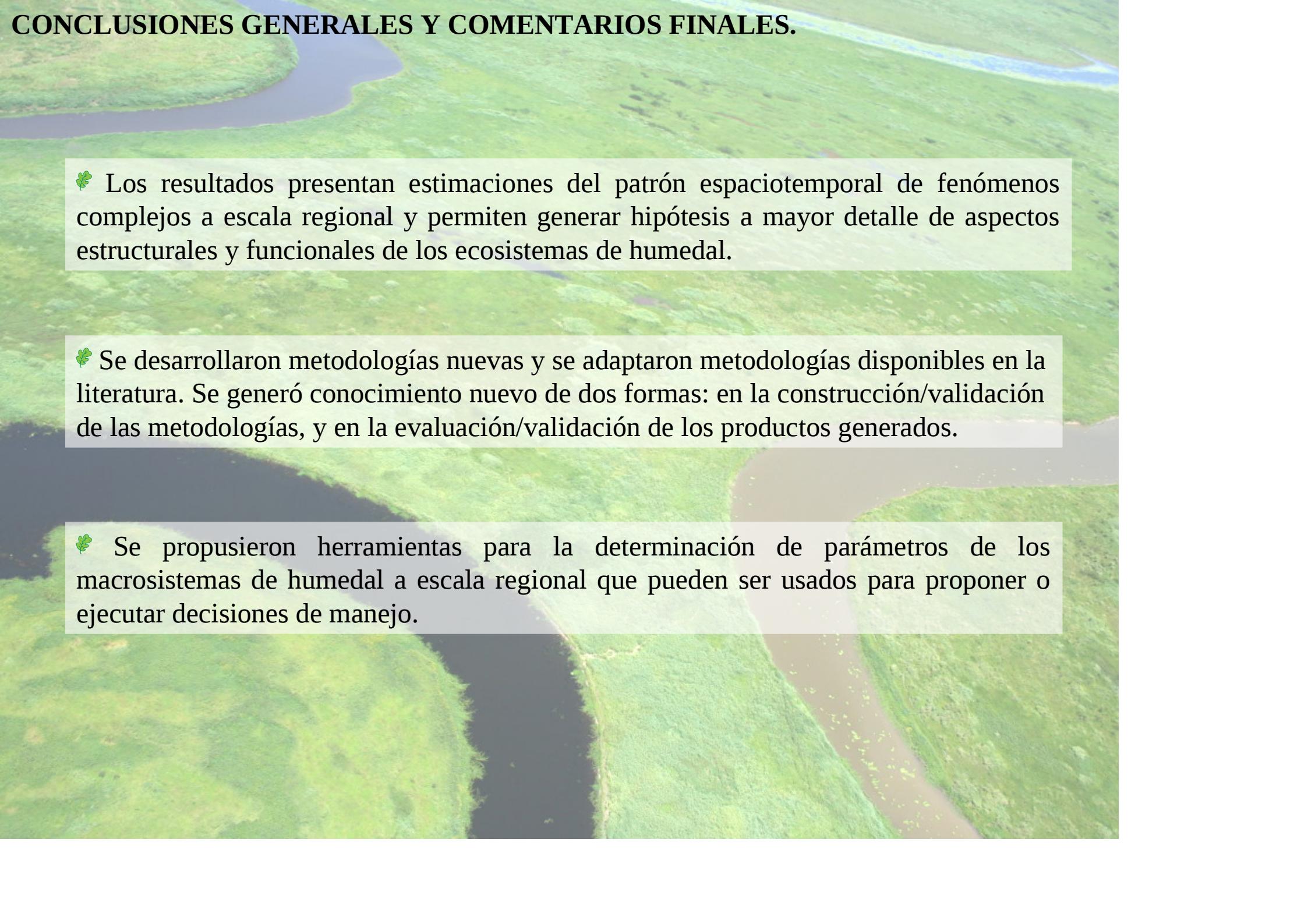
REPUBLICA ARGENTINA
DELTA DEL RIO PARANA
FECHA DE OCURRENCIA DEL MINIMO ABSOLUTO
Provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe
Autor: María Mercedes Salvia
IAFE – Instituto de Astronomía y Física del Espacio
Fecha de Publicación: Enero 2010
Fuente de datos satelitales: NDVI-MODIS 16 días 250 m (NASA)

ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES DE NDVI

b2. Extracción y clasificación de variables sintéticas de la serie de tiempo



CONCLUSIONES GENERALES Y COMENTARIOS FINALES.

- 
- An aerial photograph showing a landscape dominated by green vegetation, likely grasslands or wetland vegetation. Several dark, winding water bodies, possibly rivers or streams, are visible, creating a pattern across the terrain. The overall scene suggests a natural, possibly coastal or deltaic, wetland environment.
- 🕒 Los resultados presentan estimaciones del patrón espaciotemporal de fenómenos complejos a escala regional y permiten generar hipótesis a mayor detalle de aspectos estructurales y funcionales de los ecosistemas de humedal.
 - 🕒 Se desarrollaron metodologías nuevas y se adaptaron metodologías disponibles en la literatura. Se generó conocimiento nuevo de dos formas: en la construcción/validación de las metodologías, y en la evaluación/validación de los productos generados.
 - 🕒 Se propusieron herramientas para la determinación de parámetros de los macrosistemas de humedal a escala regional que pueden ser usados para proponer o ejecutar decisiones de manejo.

CONCLUSIONES GENERALES Y COMENTARIOS FINALES.

Retomando lo expresado en la introducción, los humedales tienen procesos ecosistémicos, que redundan en servicios del ecosistema a la sociedad.

En este marco, en el que es necesario defender un ecosistema asociándole un valor en dinero a sus servicios, es importante desarrollar herramientas que permitan cuantificar estos procesos, funciones y servicios.

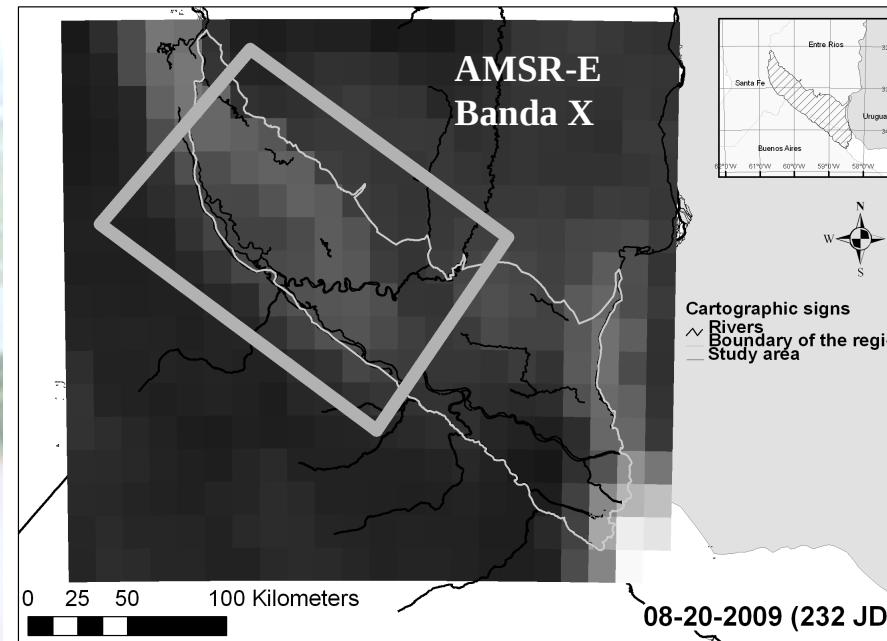
Únicamente a través de una metodología clara y consistente, es posible pasar de una descripción cualitativa de un ecosistema a una formalización de su funcionamiento, basada en hipótesis explícitas sobre los tipos de procesos existentes y su importancia relativa.

Este trabajo apuntó al desarrollo de metodologías a ese fin, a escala regional y de carácter sinóptico y sólo fue posible debido a la deliberada vinculación entre teorías, conceptos y metodologías asociadas a la ecología y teorías, conceptos y metodologías provenientes de los campos de la física y la computación.

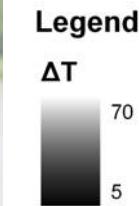
MONITOREO DE INUNDACIONES – MICROONDAS ACTIVAS Y PASIVAS

- Microondas **activas**: aptos para **detección** de inundaciones. **No** aptos para **monitoreo** continuo, dado su elevado tiempo de revisita.
- Microondas **pasivas**: útiles para **monitoreo**, dado el gran ancho de barrido y corto tiempo de revisita. **Dificultad** en **cal/val** de resultados, dada su baja resolución espacial.
- Enfoque **mixto activo-pasivo**: gran **complementariedad**, alta cobertura geográfica y bajo tiempo de revisita (pasivos) + alta resolución espacial (activos) para calibración y validación.

MONITOREO DE INUNDACIONES – MICROONDAS ACTIVAS Y PASIVAS



$$\Delta T_\lambda = Tb_{\lambda v} - Tb_{\lambda h}$$



Coeficiente de retrodispersión
 σ^0

MONITOREO DE INUNDACIONES – MICROONDAS ACTIVAS Y PASIVAS

Estimación de la fracción de área inundada (Sippel et al, 1994; Hamilton et al, 2002)

- Baja resolución = pixeles mixtos
- Tb píxel = suma pesada de las Tb de los componentes del píxel (*end-members*)
- Planicie de inundación = agua (w), planicie inundada (f) , planicie no inundada (nf)

Entonces, el ΔT observado de cada píxel puede modelarse como

$$\Delta T_{obs} = f_w \Delta T_w + f_{nf} \Delta T_{nf} + f_f \Delta T_f$$

$$1 = f_w + f_{nf} + f_f$$

$$f_f = \frac{\Delta T_{obs} - f_w \Delta T_w - f_{nf} \Delta T_{nf}}{\Delta T_f - \Delta T_{nf}}$$

MONITOREO DE INUNDACIONES – MICROONDAS ACTIVAS Y PASIVAS

Hipótesis (Hamilton et al. 2002):

H1. ΔT_w , es conocida

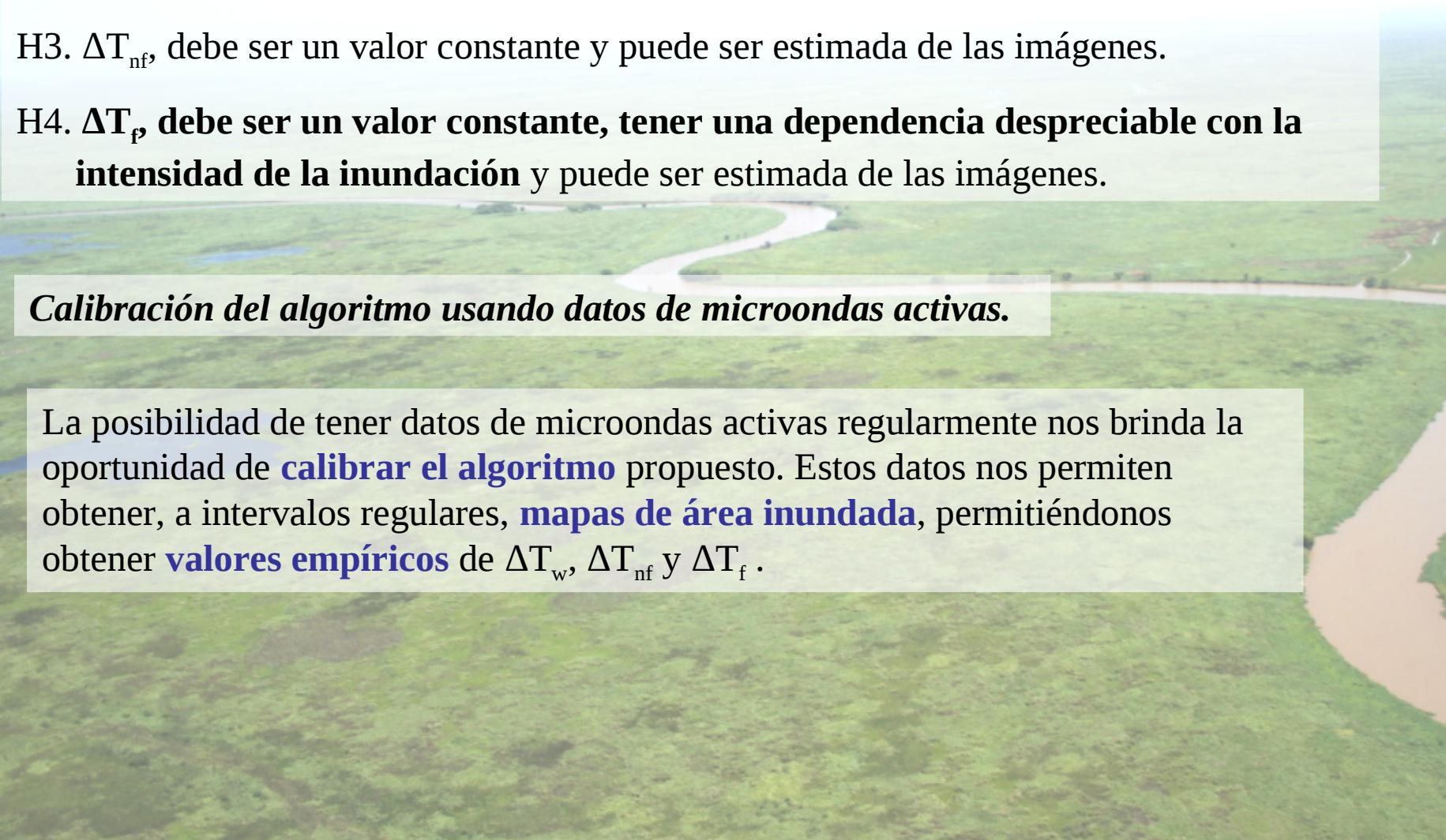
H2. f_w es constante y conocida

H3. ΔT_{nf} , debe ser un valor constante y puede ser estimada de las imágenes.

H4. ΔT_f , debe ser un valor constante, tener una dependencia despreciable con la intensidad de la inundación y puede ser estimada de las imágenes.

Calibración del algoritmo usando datos de microondas activas.

La posibilidad de tener datos de microondas activas regularmente nos brinda la oportunidad de **calibrar el algoritmo** propuesto. Estos datos nos permiten obtener, a intervalos regulares, **mapas de área inundada**, permitiéndonos obtener **valores empíricos** de ΔT_w , ΔT_{nf} y ΔT_f .



MONITOREO DE INUNDACIONES – MICROONDAS ACTIVAS Y PASIVAS

Sinergía de microondas pasivas-activas para estimar el área inundada en el Delta del río Paraná.

Imágenes Envisat ASAR WSM: estimación área inundada (f_f) mediante detección de cambios (6 fechas).

AMSR-E: Cálculo del ΔT_f que mejor ajusta a esas 6 fechas. Uso de ese ΔT_f para calcular f_f de la serie completa de imágenes AMSR-E (23 imágenes).

$$\Delta T^1_{obs} = f^1_w \Delta T_w + f^1_{nf} \Delta T_{nf} + f_f^1 \Delta T_f$$

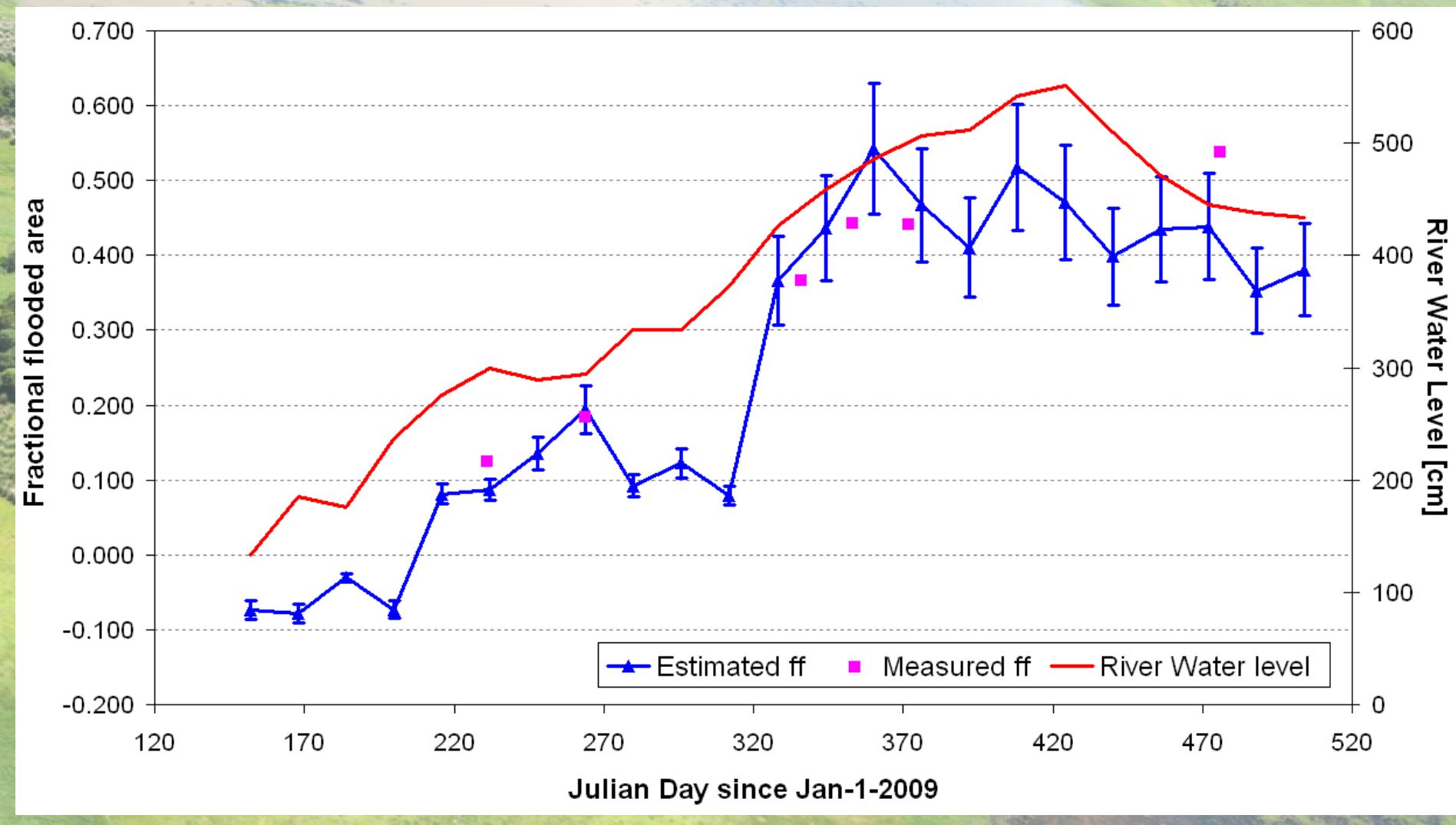
$$\Delta T^2_{obs} = f^2_w \Delta T_w + f^2_{nf} \Delta T_{nf} + f_f^2 \Delta T_f$$

.....

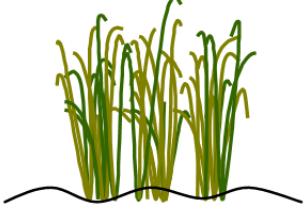
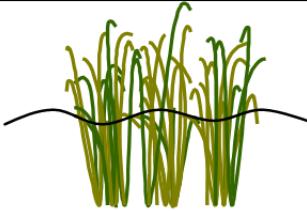
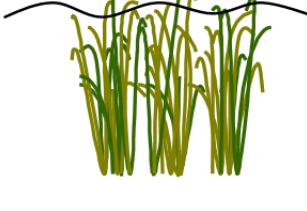
$$\begin{bmatrix} \Delta T^1_{obs} - f_w \Delta T_w \\ \Delta T^2_{obs} - f_w \Delta T_w \\ \dots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f^1_{nf} & f_f^1 \\ f^2_{nf} & f_f^2 \\ \dots & \dots \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta T_{nf} \\ \Delta T_f \end{bmatrix}$$

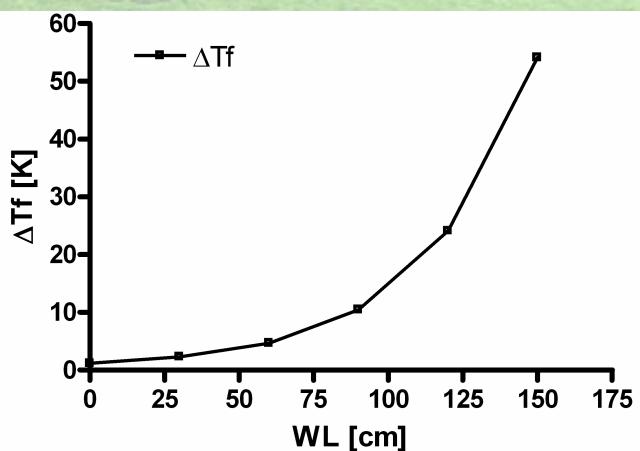
MONITOREO DE INUNDACIONES – MICROONDAS ACTIVAS Y PASIVAS

$$f_f = \frac{\Delta T_{obs} - f_w \Delta T_w - \Delta T_{nf} + f_w \Delta T_{nf}}{\Delta T_f - \Delta T_{nf}}$$



MONITOREO DE INUNDACIONES – MICROONDAS ACTIVAS Y PASIVAS

Low water level		
Medium water level		
High water level		
Comments	$\Delta T_f \sim \text{constant}$	$\Delta T_f \text{ not constant.}$ $\Delta T_f = f(\text{water level})$



- Vegetación arbórea:

ΔT_f es independiente de la altura del agua, ya que el dosel es el responsable principal de la emisión de la vegetación.

- Vegetación herbácea:

Aumento de la altura del agua = disminución de la emisión de la vegetación pero aumento de ΔT_f (disminución de la vegetación emergida)

Sin embargo, es posible obtener una buena estimación de la fracción de área inundada si el algoritmo es calibrado regularmente con datos SAR.

INTRODUCCIÓN.



DELTA DEL PARANÁ

MACROSISTEMA DE HUMEDAL

QUE ES UN HUMEDAL?

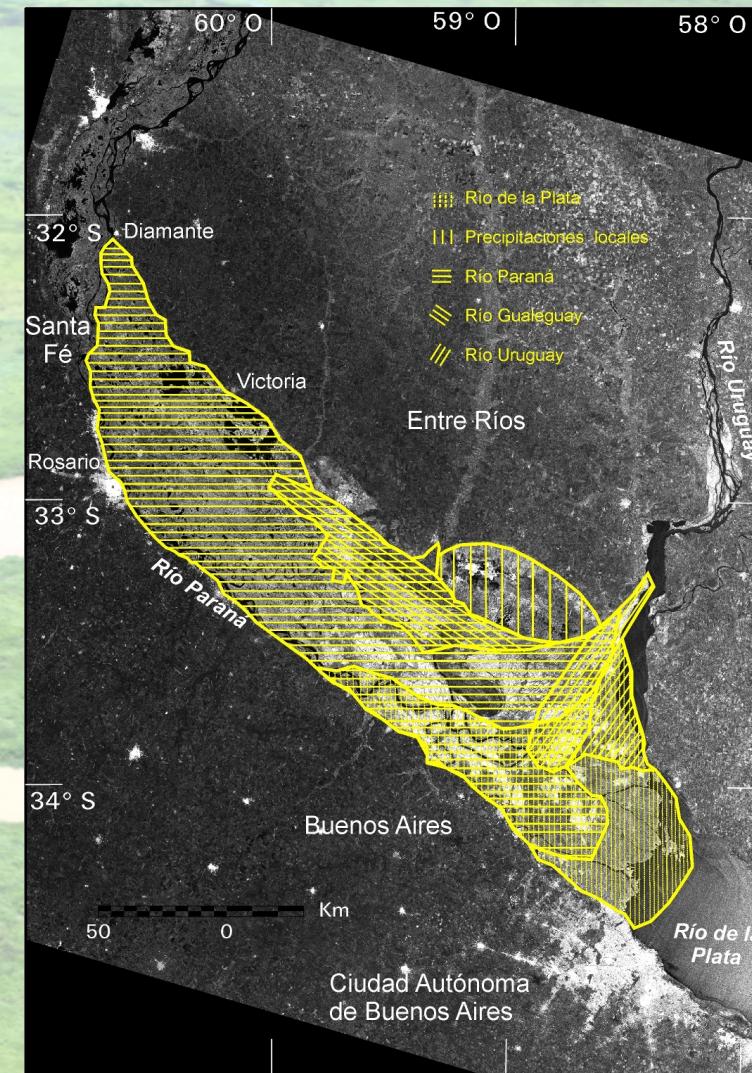
- Condiciones de anegamiento/inundación durante períodos prolongados
- Suelos con rasgos de hidromorfismo
- Biota adaptada a alternancia de exceso y déficit hídrico

INTRODUCCIÓN.

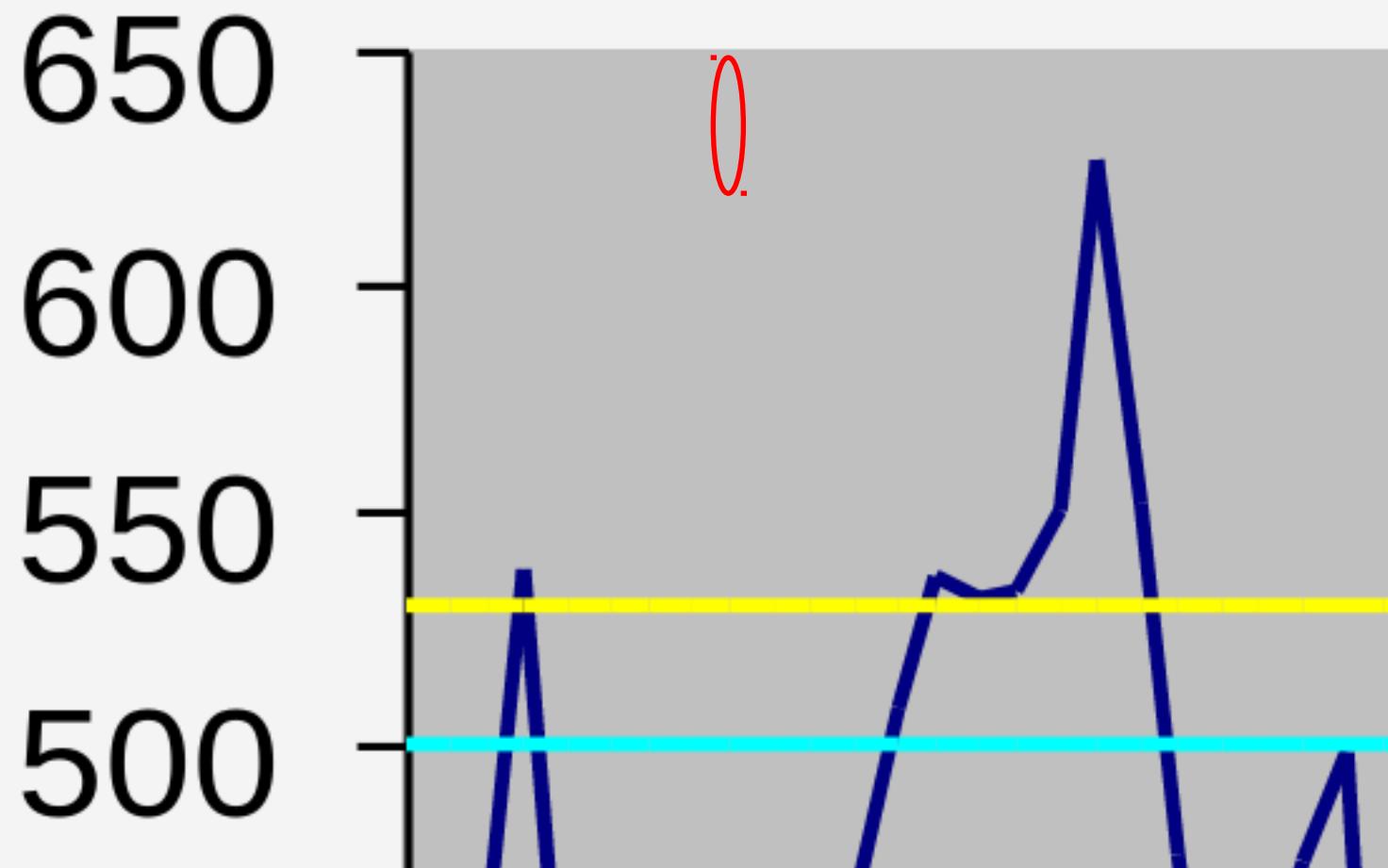
LA REGIÓN DEL DELTA DEL RÍO PARANÁ:

En comparación con los sistemas terrestres, los humedales muestran una alta heterogeneidad de ambientes a escala regional. La heterogeneidad espacial y temporal de los humedales se encuentra asociada principalmente a la matriz geomorfológica y los distintos componentes que definen al régimen hidrológico (intensidad, frecuencia, duración de los picos de creciente-estiaje, y el origen de los aportes de agua).

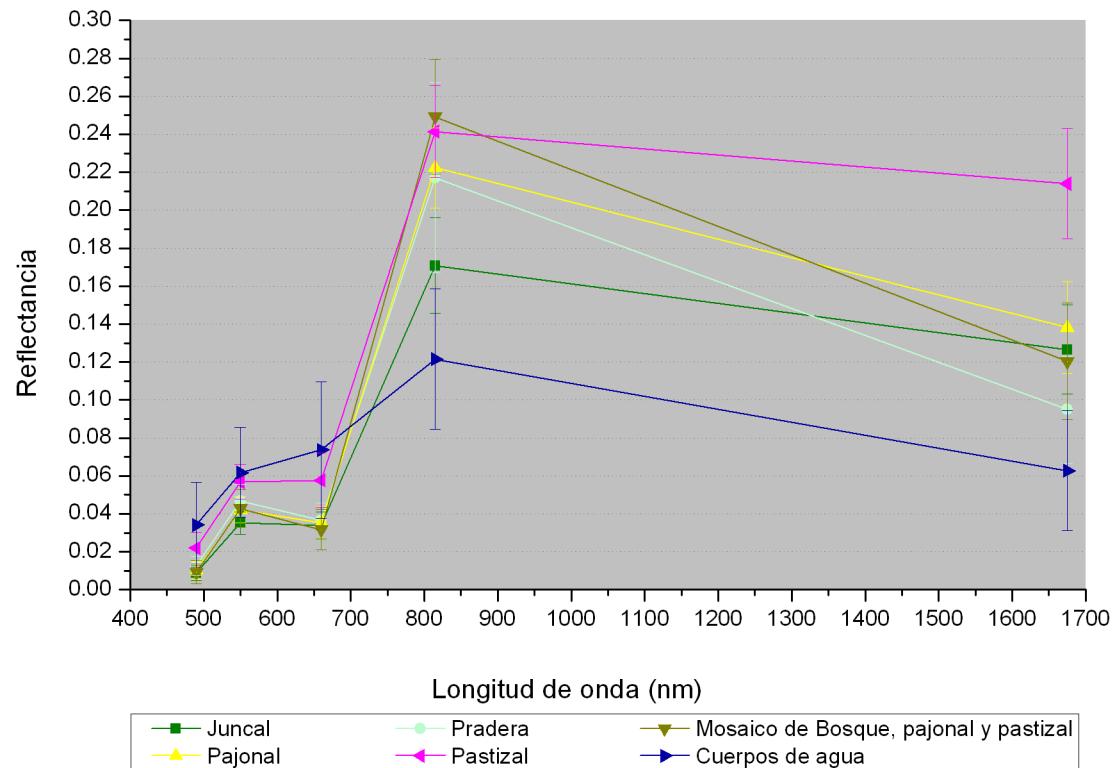
Estas características proveen una gran oferta de nichos ecológicos para las especies vegetales que podrán colonizar un lugar.



ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL DE AMBIENTES.



ELABORACIÓN DE UN MAPA REGIONAL DE AMBIENTES.



	Exactitud productor	Exactitud usuario
Juncal	65,20	82,32
Pradera de herbáceas acuáticas	64,62	53,16
Pajonal	64,61	56,27
Mosaico de bosque, pajonal y pastizal	73,89	53,38
Pastizal	61,73	91,46

Exactitud General: 66,94%

Índice Kappa: 0,59

	Pradera de herbáceas acuáticas	Pajonal	Mosaico de bosque, pajonal y pastizal	Pastizal	Cuerpo de agua
Juncal	1,81	1,11	1,76	1,83	1,99
Pradera de herbáceas acuáticas		1,33	0,78	1,94	1,94
Pajonal			0,78	1,48	1,99
Mosaico de bosque, pajonal y pastizal				1,74	1,97
Pastizal					1,99

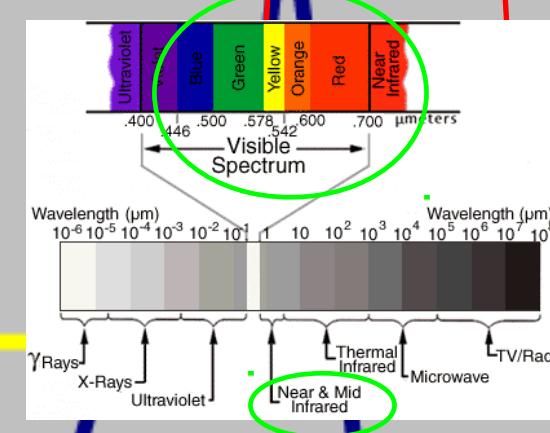
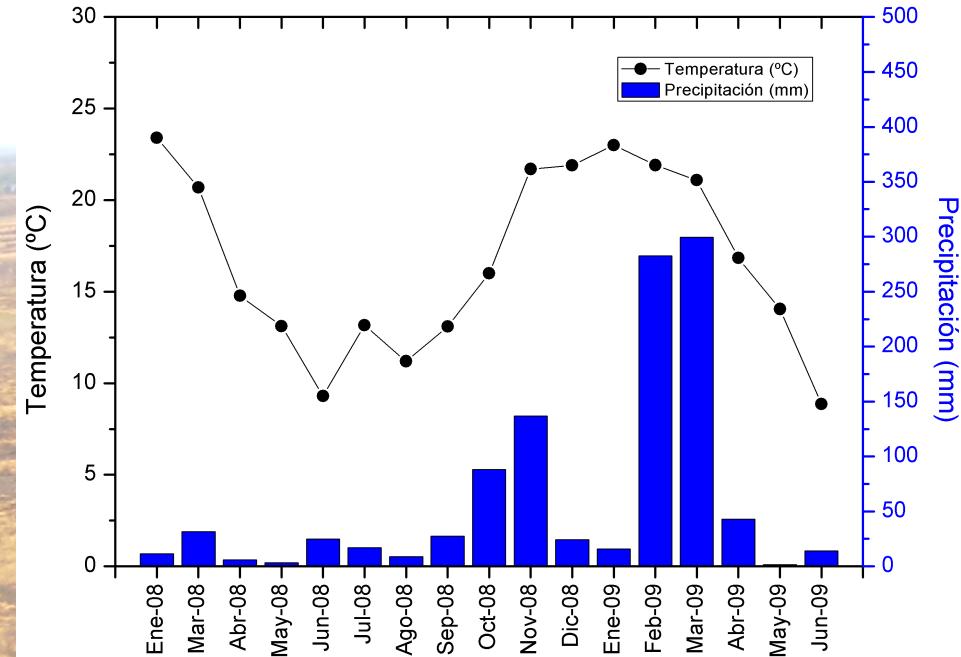
EVALUACIÓN DE INUNDACIONES

Evaluación de exactitud

- Se usó como mapa “control” el mapa de inundaciones generado por el Área de Sensores Remotos y SIG del Servicio de Información y Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata del Instituto Nacional del Agua (SlyAH - INA). Ese mapa fue generado usando imágenes ópticas SACC-MMRS del 9 de abril de 2007.

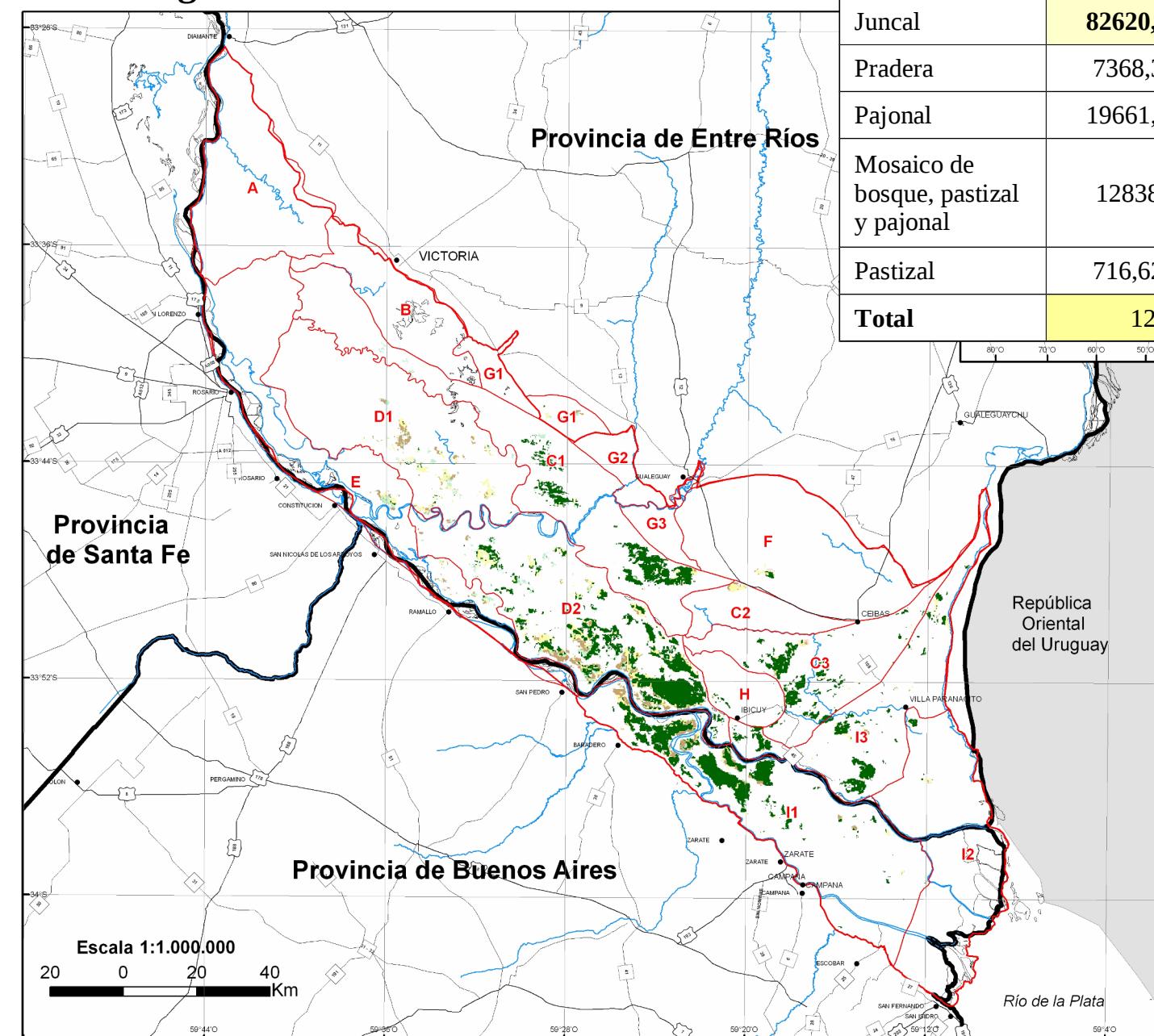
		Exactitud productor	Exactitud usuario	Exactitud general	Índice Kappa
Mapa ENVISAT ASAR	Área inundada	55,95	90,29	63,40%	0,30
	Área no inundada	83,64	41,13		
Mapa ALOS PALSAR	Área inundada	92,05	85,71	83,30%	0,56
	Área no inundada	61,13	75,22		

EVALUACIÓN DE ÁREAS INCENDIADAS



EVALUACIÓN DE ÁREAS INCENDIADAS

Escala Regional.



Ambiente	Superficie quemada [ha] (%)	Sup. quemada / sup. ambiente [%]
Juncal	82620,1 (67,06)	28,57
Pradera	7368,38 (5,98)	2,18
Pajonal	19661,3 (15,96)	5,07
Mosaico de bosque, pajonal y pastizal	12838 (10,42)	3,03
Pastizal	716,625 (0,58)	0,33
Total	123204	7,4

Referencias

- Signos Cartográficos
- Ruta Nacional
 - Ruta Provincial
 - / Cursos de agua
 - Localidades
 - Límite región

REPUBLICA ARGENTINA
DELTA DEL RIO PARANA
MAPA DE VEGETACION QUEMADA
Abril 2008
Provincias de Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fé
Autor: María Mercedes Salvia
IAFE - Instituto de Astronomía y Física del Espacio
Fecha de Publicación: Enero 2010
Fuente de datos satelitales: SACC MMRS 21-04-2008 (CONAE)

EVALUACIÓN DE ÁREAS INCENDIADAS

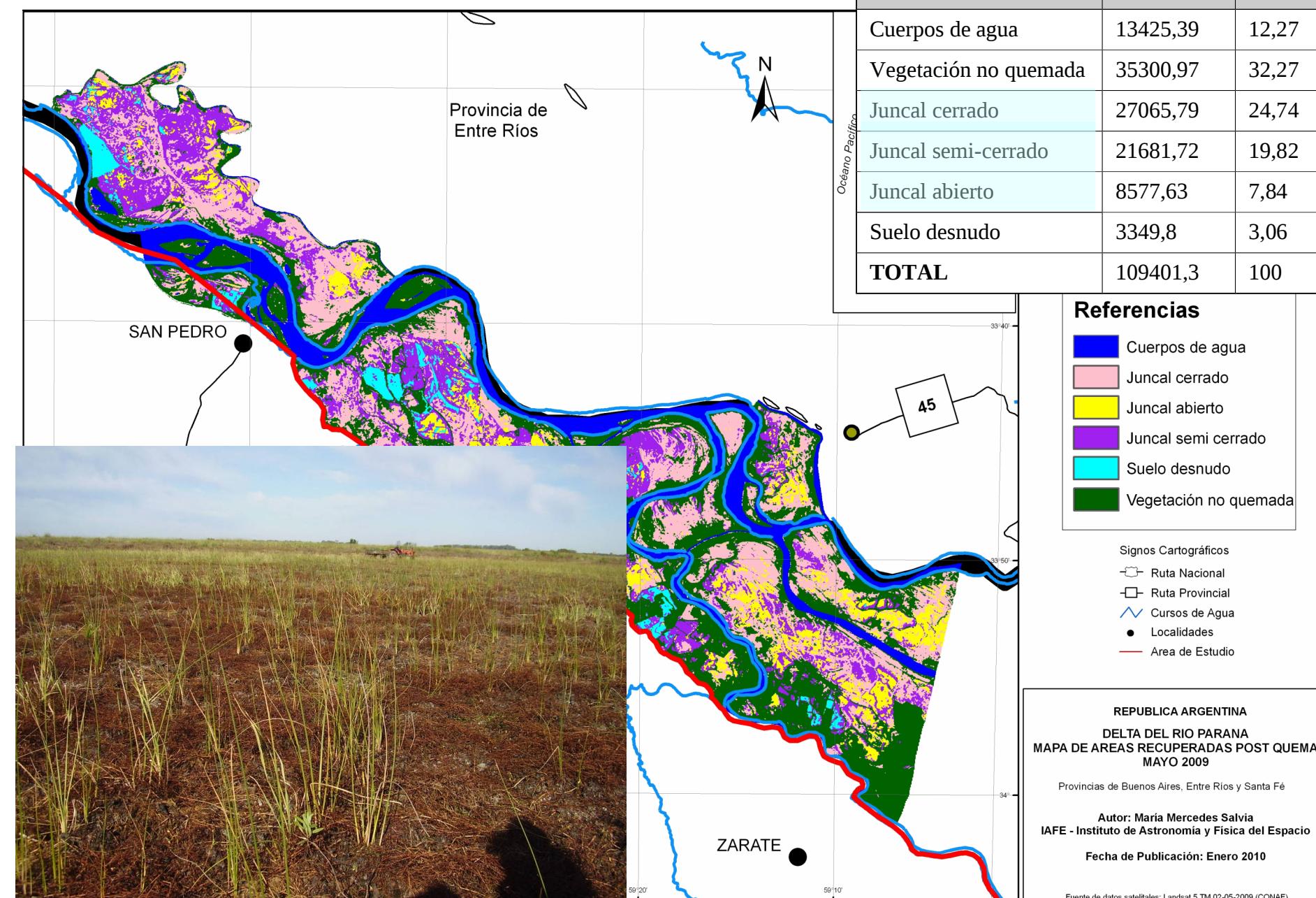


	Hectáreas	%
Cuerpos de agua	13072,14	11,95
Vegetación no quemada	35300,97	32,27
Parcialmente quemado – anegado	23802,75	21,76
Parcialmente quemado – seco	14792,04	13,52
Totalmente quemado	22433,4	20,51
TOTAL	109401,3	100



EVALUACIÓN DE ÁREAS INCENDIADAS

Escala Local.



EVALUACIÓN DE ÁREAS INCENDIADAS

Escala Local.

		Junio 2009				
		Cuerpos de agua	Suelo desnudo	Juncal abierto	Juncal semi-cerrado	Juncal cerrado
Noviembre 2008	Parcialmente quemado – anegado	2,48	0,20	16,45	14,63	66,24
	Parcialmente quemado – seco	0,02	1,67	16,72	41,08	40,51
	Totalmente quemado	0,02	13,61	9,52	53,94	22,91