

Jornada Técnica
"Manejo de la Fertilización en suelos salinos"
Mendoza, 10 de Junio 2014

USO DE SENSORES PROXIMALES PARA EVALUAR PROPIEDADES
EDÁFICAS Y DE CULTIVO EN ZONAS ÁRIDAS REGADÍAS



Evaluación del estado nutricional de vides mediante sensores hiperespectrales



Uso de Sensores Electromagnéticos como herramienta para el estudio parcelario de suelos



Rosana Vallone - Guillermo Federico OLMEDO
EEA INTA Mendoza

Evaluación del estado nutricional de vides mediante sensores hiperespectrales

Jornada Técnica
Manejo de la Fertilización en suelos salinos
10 de Junio 2014



Rosana Vallone - Guillermo Federico OLMEDO
EEA INTA Mendoza

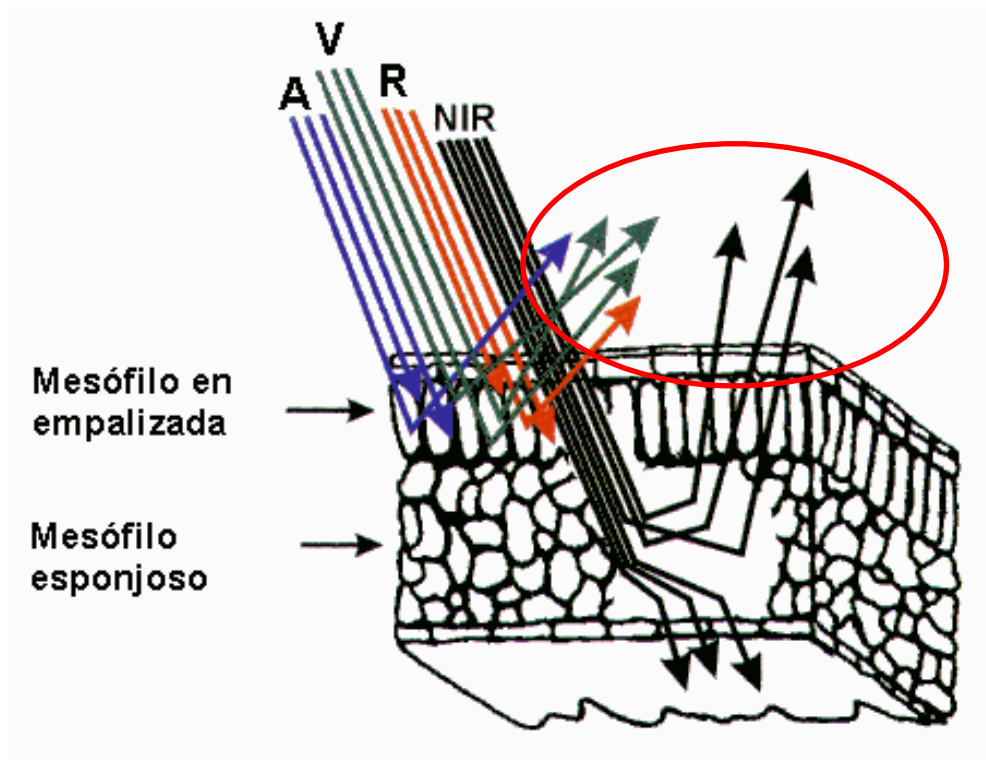
Introducción

- El estudio nutricional de las plantas tiene como finalidad adecuar las necesidades de fertilización de los cultivos para obtener rendimientos y calidades de acuerdo con los objetivos agronómicos perseguidos.
- La fertilización nitrogenada es una herramienta muy importante para reestablecer equilibrios de este macronutriente.
- Un correcto diagnóstico de la necesidad de fertilización es la base para una aplicación tecnológicamente exitosa.

Las hojas reciben energía radiante:

- 60 a 70 % de ésta es reflejada
- 20 a 30% absorbida
- 10% pasa a través de su estructura y es transmitida.

En realidad el comportamiento específico de cada longitud de onda es muy diferente, definiendo un patrón o **huella espectral** propio de cada variedad y edad de la hoja.

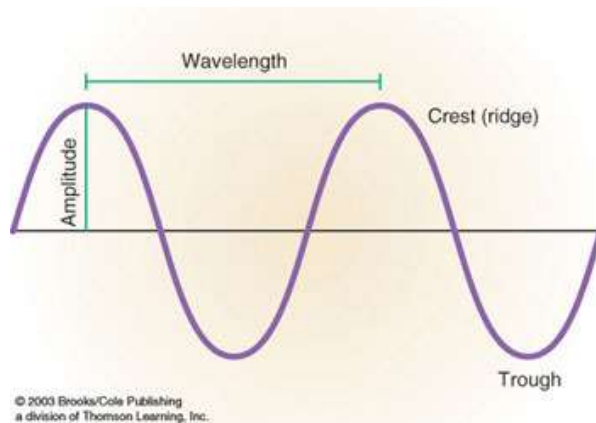
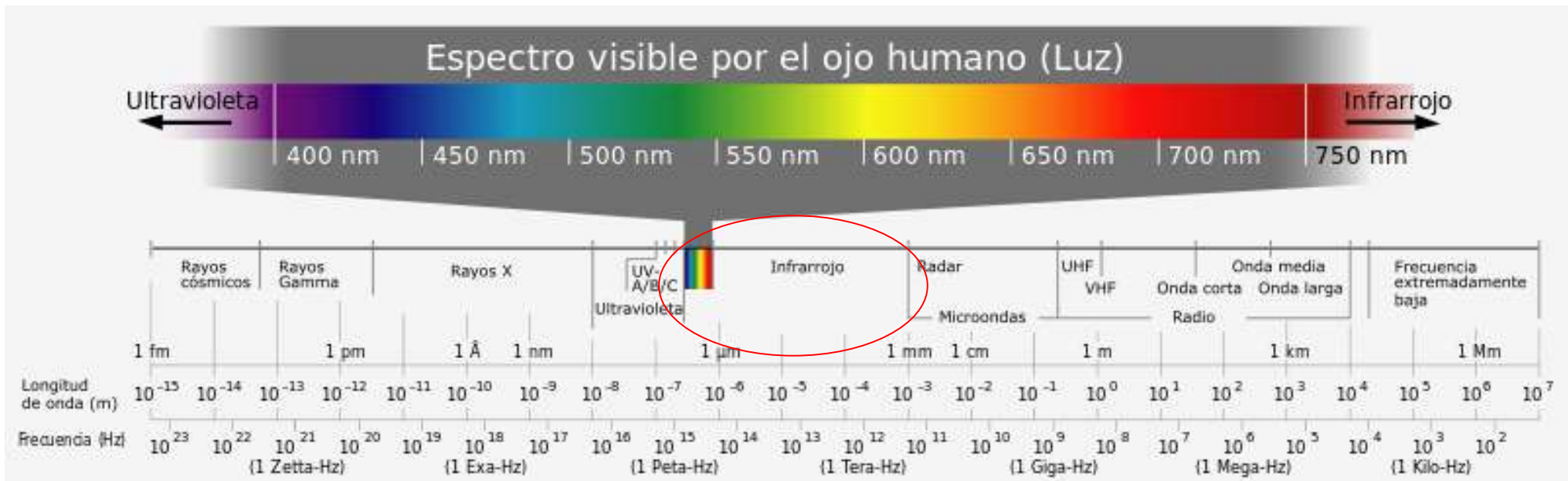


La utilización de un sensor remoto como un espectroradiómetro **hiperespectral**, permite obtener el patrón de reflectancia de las hojas o de su integración como canopia para un determinado rango longitudes de onda definido por la sensibilidad y resolución espectral del instrumento utilizado.

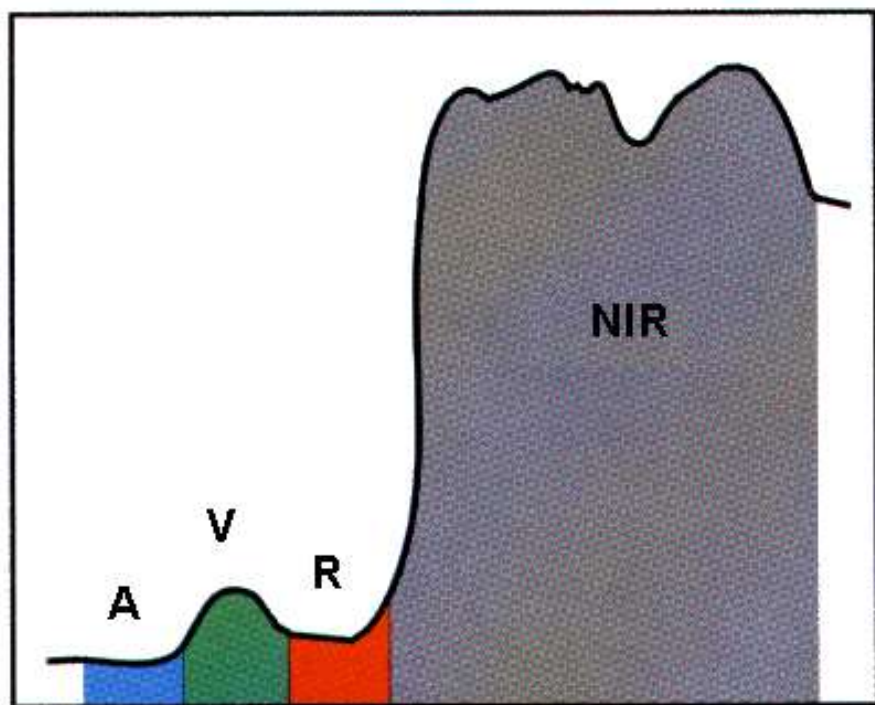
Objetivo

Correlacionar el contenido de **Nitrógeno** en las hojas de vid con su **reflectancia** medida con un sensor **hiperespectral** con vistas a su futuro uso en el diagnóstico de la nutrición nitrogenada en el cultivo.

Sensores remotos hiperespectrales

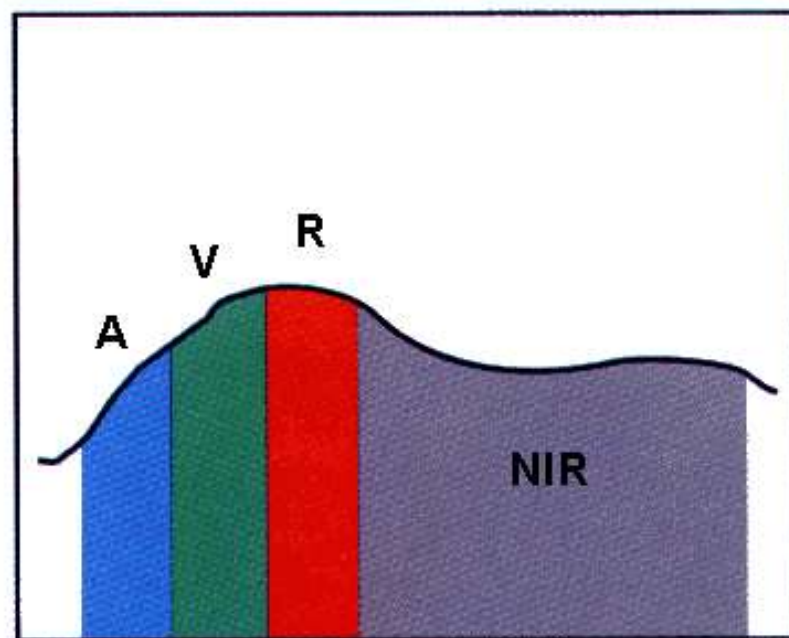


% de Reflectancia



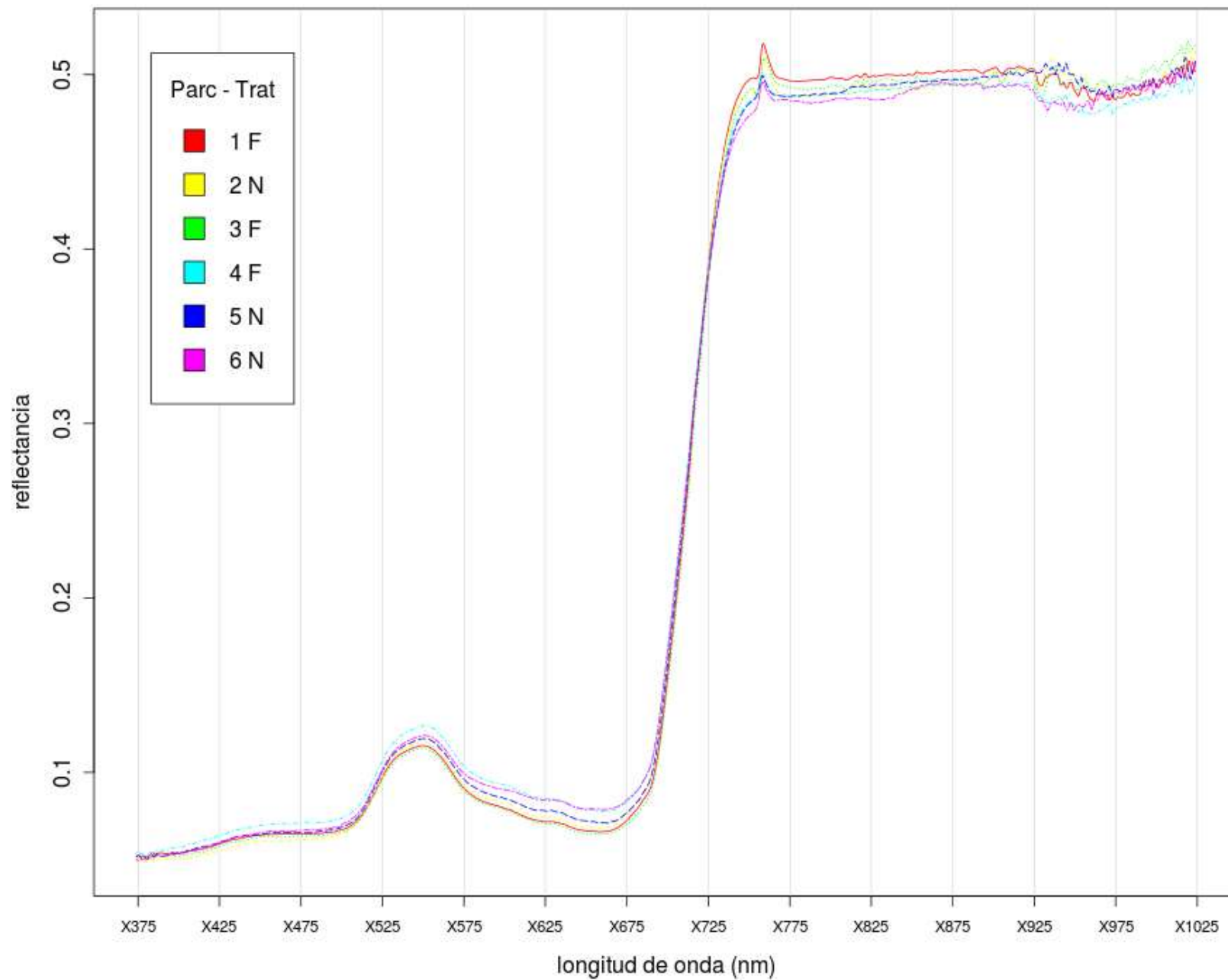
Longitud de Onda

% de Reflectancia



Longitud de Onda

Malbec - Floracion 2010 - 375 a 1025 nm



Multispectral/ Hyperspectral Comparison

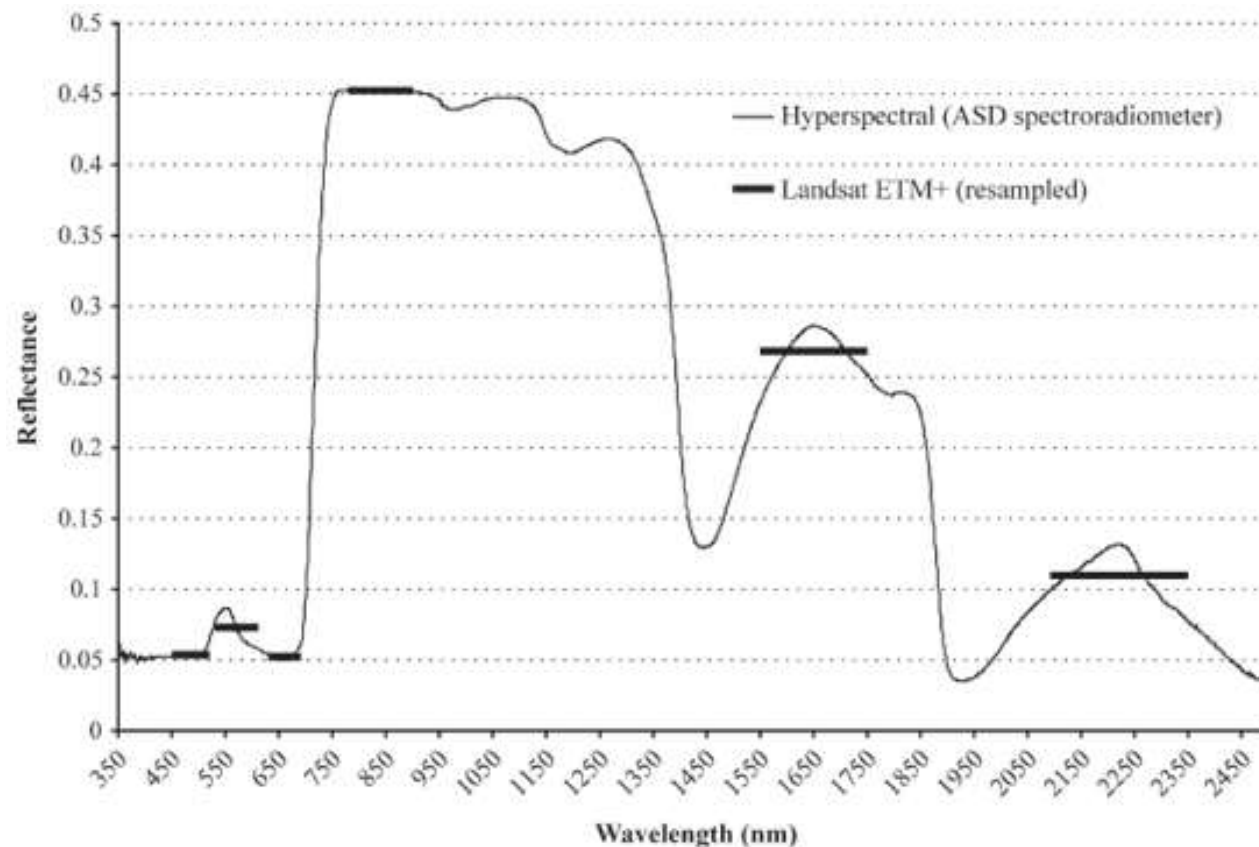
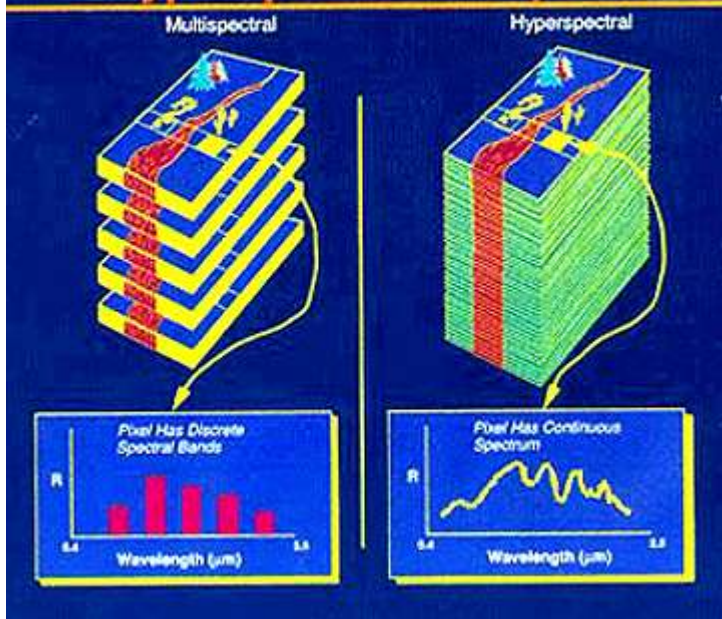


Fig. 1. Comparison between a hyperspectral (ASD FieldSpec 3 spectroradiometer; 2 150 bands, 350–2 500 nm) and the multi-spectral (Landsat ETM+) sensor. Landsat ETM+ bands are included as approximated from the ASD spectral input and do not represent the actual sensor response functions. The response in both cases represents a leaf-level sample from *Eucalyptus grandis*.

Materiales y Métodos

En cinco variedades diferentes:



Chénin Blanc.



Malbec.



Merlot



Pinot Noir

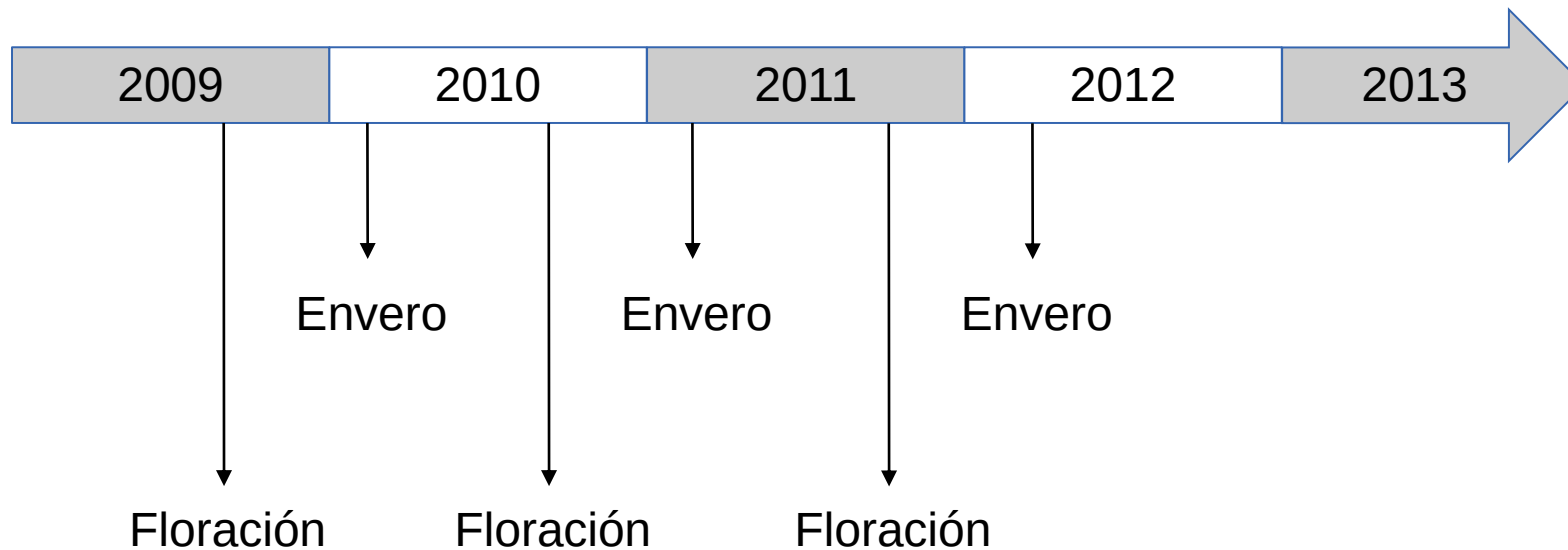


Syrah.

Se establecieron 6 parcelas, de 10 plantas cada una.

Materiales y Métodos

Y en dos momentos del ciclo:



Materiales y Métodos

Se muestrearon 40 hojas de cada parcela

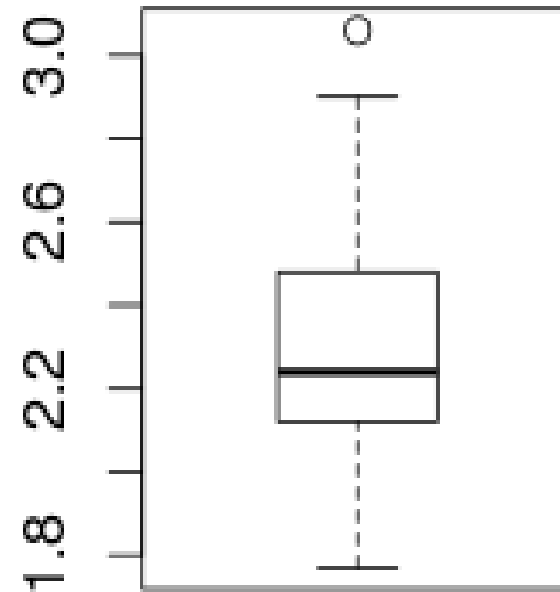


Y se midió el espectro de reflexión con un espectroradiómetro



Materiales y Métodos

Luego las hojas fueron remitidas a laboratorio donde se determinó la concentración de nitrógeno tanto en limbos como en pecíolos.

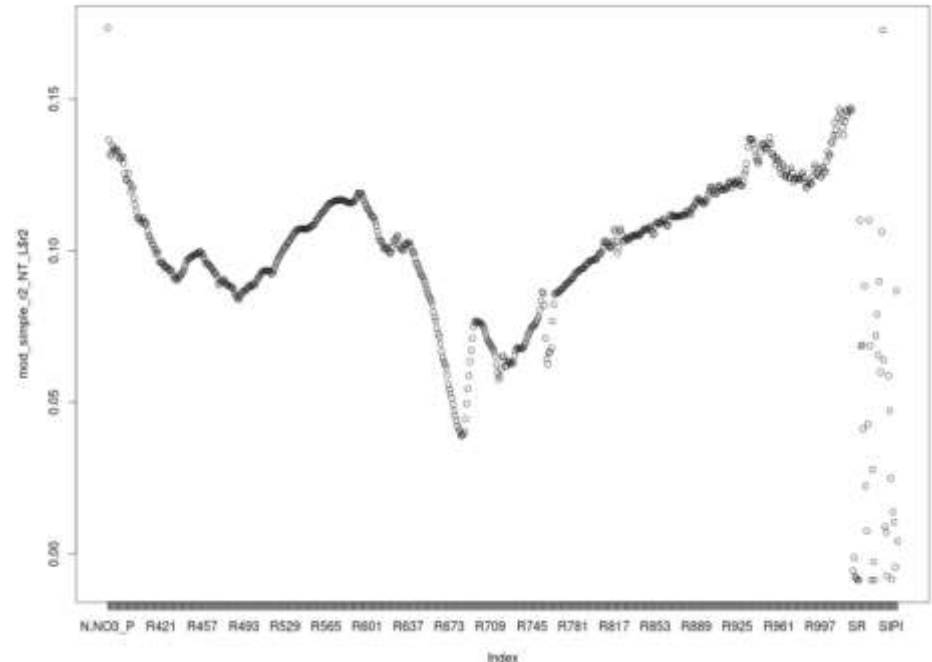


Nitrógeno Total en Limbos

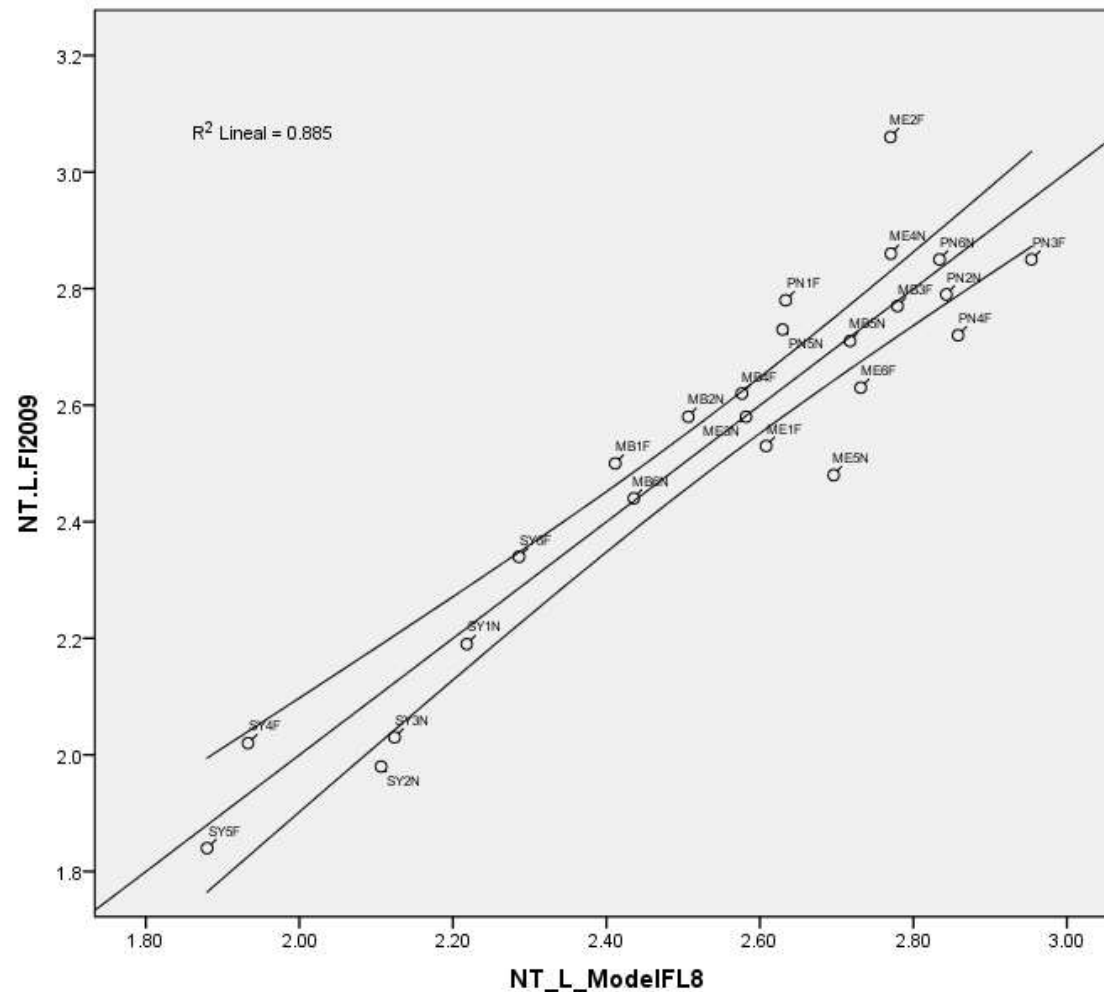
Materiales y Métodos

Se realizó un screening de las bandas mediante árboles de regresión.

Luego, se buscaron relaciones entre las bandas espectrales y el contenido de nitrógeno, mediante regresión simple, múltiple, con las bandas y también con combinaciones lineales de bandas obtenidas a partir de ACP.



Resultados Parciales



$$Nt_{\text{limbo florac}} = 2,982 + 24,471 (1050) - 14,935 (704) - 21,053 (1068) + 8,004 (647)$$

$$r^2=8,885$$

Resumen del modeloⁱ

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. de la estimación
1	.444 ^a	.197	.161	.2937
2	.669 ^b	.447	.395	.2494
3	.875 ^c	.766	.731	.1664
4	.875 ^d	.765	.743	.1626
5	.904 ^e	.817	.790	.1469
6	.925 ^f	.856	.825	.1341
7	.916 ^g	.839	.815	.1380
8	.941 ^h	.885	.860	.1198

a. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.566

b. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.566, RFL.FL09.1073

c. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.566, RFL.FL09.1073, RFL.FL09.1050

d. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.1073, RFL.FL09.1050

e. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.1073, RFL.FL09.1050, RFL.FL09.704

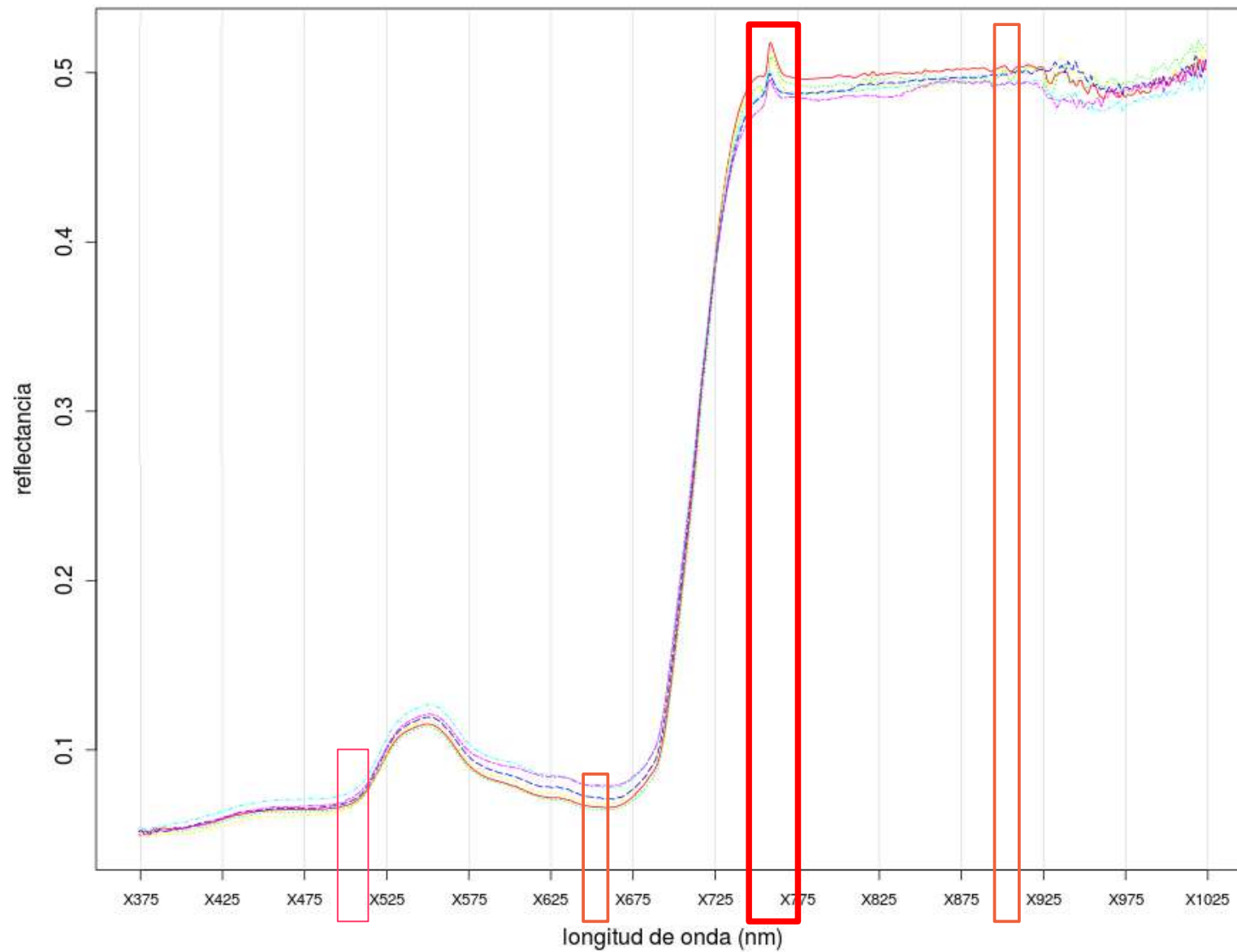
f. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.1073, RFL.FL09.1050, RFL.FL09.704, RFL.FL09.1068

g. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.1050, RFL.FL09.704, RFL.FL09.1068

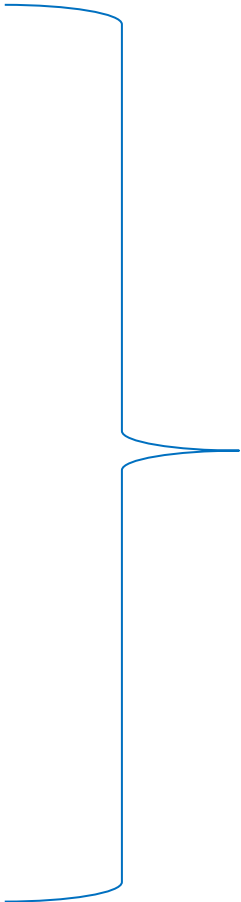
h. Variables predictoras: (Constante), RFL.FL09.1050, RFL.FL09.704, RFL.FL09.1068, RFL.FL09.647

i. Variable dependiente: NT.L.FI2009

Resultados Parciales



Resultados Parciales

<u>Relación</u>	r^2	 Relaciones de longitudes de onda
R493/R497	0.654	
R883/R886	0.641	
R461/R459	0.630	
R492/R498	0.628	
R498/R492	0.626	
R432/R443	0.625	
R492/R497	0.625	

Conclusiones Preliminares

Los índices “clásicos”, como el NDVI no muestran buena correlación con el contenido de nitrógeno.

Otros índices, citados en la bibliografía, no siempre mostraron mejores correlaciones

El sector del espectro electromagnético que mejor correlacionaba con el contenido foliar de nitrógeno, depende de la variedad.

Conclusiones Preliminares

Es posible estimar el contenido de nitrógeno foliar a partir de mediciones de la reflectancia en el rango visible-infrarrojo.

Esto permitiría diseñar un sensor de arrastre para realizar diagnósticos nutricionales rápidos y georreferenciados.

La influencia de la variedad no permite obtener un modelo general.

¿Cómo seguimos?

- ✓ Validar los modelos en viñedos comerciales
- ✓ Investigar las relaciones con otros nutrientes (ya en marcha)
- ✓ Adaptación de equipos:



Uso de Sensores Electromagnéticos como herramienta para el estudio parcelario de suelos



Ing. Agr. Guillermo Federico OLMEDO
Laboratorio de Geomática
EEA INTA Mendoza

Salinidad de suelos

- La conductividad eléctrica es el método mas ampliamente utilizado para medir la salinidad.
- La CE de un suelo cambia con el contenido en humedad, disminuye en capacidad máxima (se diluye la solución) y aumenta en el punto de marchitamiento (se concentran las sales).
- Se ha adoptado que la medida de la CEes se hace sobre el extracto de saturación a 25°C.

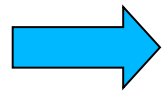
¿Cómo afectan en el perfil del suelo?

- La conductividad en el terreno generalmente esta determinada por uno o más de los siguientes parámetros:
 - Contenido y tipo de arcillas
 - Cantidad y contenido de coloides, porosidad.
 - Perfil de humedad en profundidad
 - Porosidad, contenidos de humedad.
 - Salinidad
 - Concentración de los electrolitos disueltos.
 - Temperatura
 - Temperatura y estado del agua de los poros.

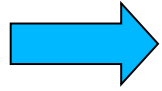
Medición de la conductividad eléctrica del suelo

- En el laboratorio
 - Conductividad eléctrica del extracto de saturación mediante método de la pasta.
 - Humedad de saturación.
- En el campo
 - Conductividad eléctrica aparente mediante sondas de electroconductividad.
 - Estado de humedad actual del suelo.

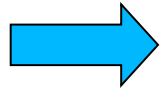
¿Por qué es importante la caracterización espacial de la variabilidad de propiedades físico-químicas de suelos?



Valoración de la calidad de suelos



Modelización fuentes de contaminantes no puntuales



Manejos de cultivos sitio-específicos

Los suelos zonales de origen aluvional presentan una elevada heterogeneidad espacial

La Conductividad Eléctrica Aparente del suelo es uno de los medios para delinear la variación espacial

Sondas electromagnéticas (EM)

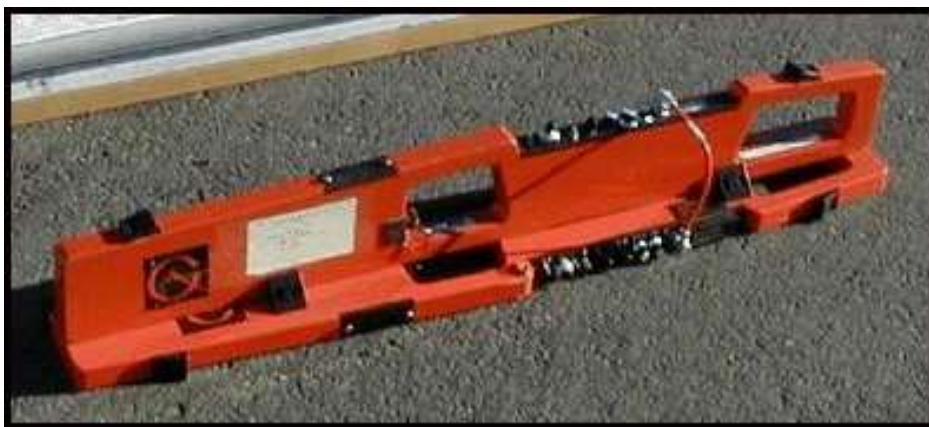


Figure 1. The Geonics EM38-DD conductivity meter.

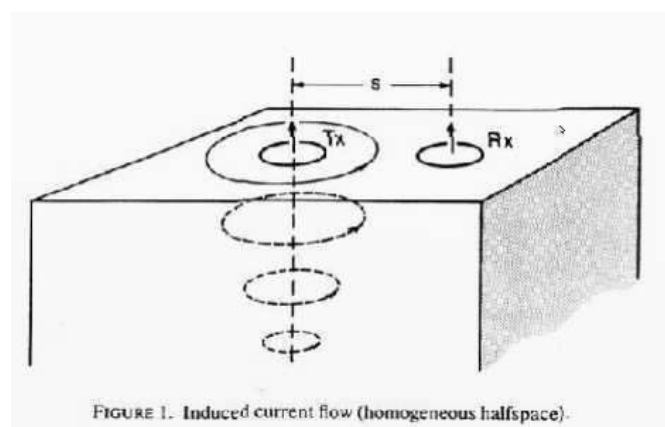


FIGURE 1. Induced current flow (homogeneous halfspace).

- Si aplicamos un campo magnético variable Tx al suelo mediante la bobina transmisora, este induce un corriente eléctrica muy pequeña.
- Esta corriente, a su vez, genera otro campo magnético Rx en la bobina receptora.

Sondas electromagnéticas (EM)

- Este campo magnético secundario va a depender de:
 - ~~El espaciamiento entre las bobinas~~
 - ~~La frecuencia de operación del equipo~~
 - La conductividad eléctrica del suelo

Por lo tanto, para un equipo concreto, la relación entre los dos campos magnéticos es directamente proporcional a la conductividad eléctrica del suelo.

Profundidad de la medición

- La distancia entre las bobinas y la posición del dipolo influyen en la profundidad de medición.
- Para el caso del EM38DD, se asume:
 - Para el dipolo horizontal: 50 cm.
 - Para el dipolo vertical: 100 cm.

Sensor electromagnético móvil georreferenciado (SEMG)





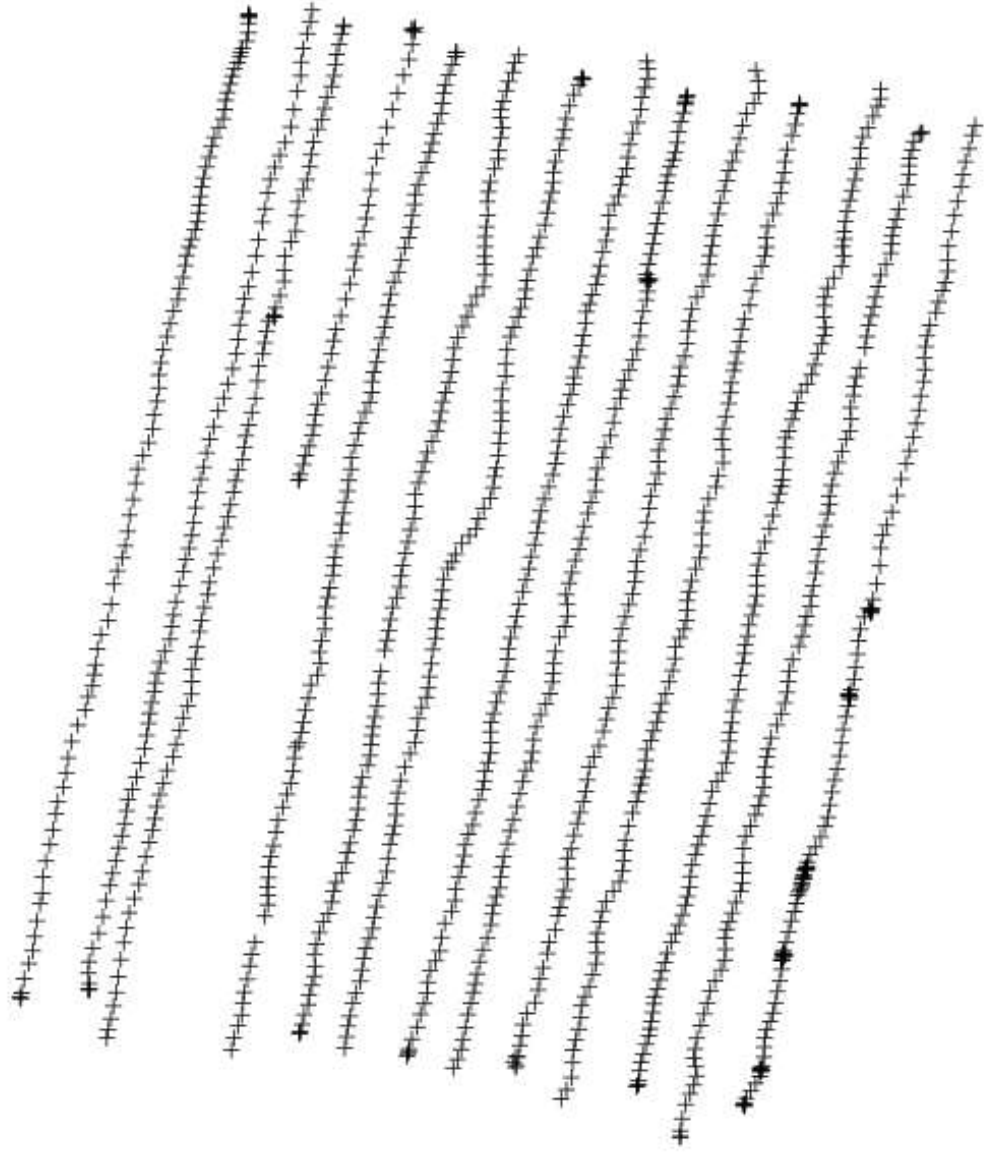
Interpretación de los datos

- Los valores de conductividad eléctrica aparente no son una medida sólo de la salinidad, si no que están influidos fuertemente (y no sólo por) por el contenido hídrico del suelo.
- Los valores de CE aparente y CE del extracto de saturación no son directamente comparables.
- Los soportes del sistema de conducción (postes, alambres) influyen en la medición. En mayor medida si son metálicos. (Lamb, D. et al. 2005).

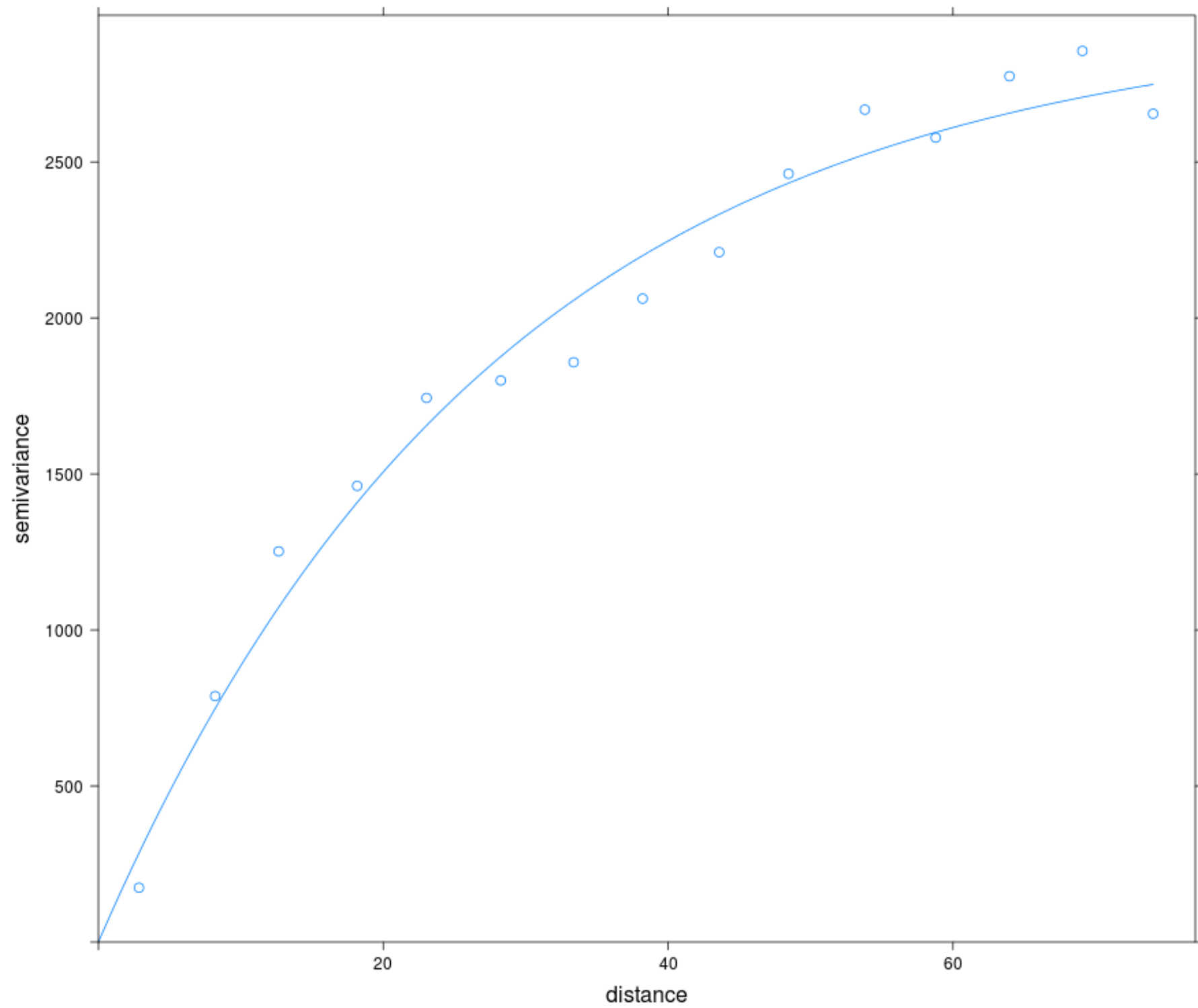
Interpretación de los datos

- El uso del sondaje electromagnético es útil para estudios exploratorios, como método para medir la heterogeneidad del suelo y elaborar muestreos de suelos dirigidos.
- Podríamos correlacionar la CE ap con uno de los factores (por ej. la salinidad) sólo si controláramos o estandarizáramos los demás.

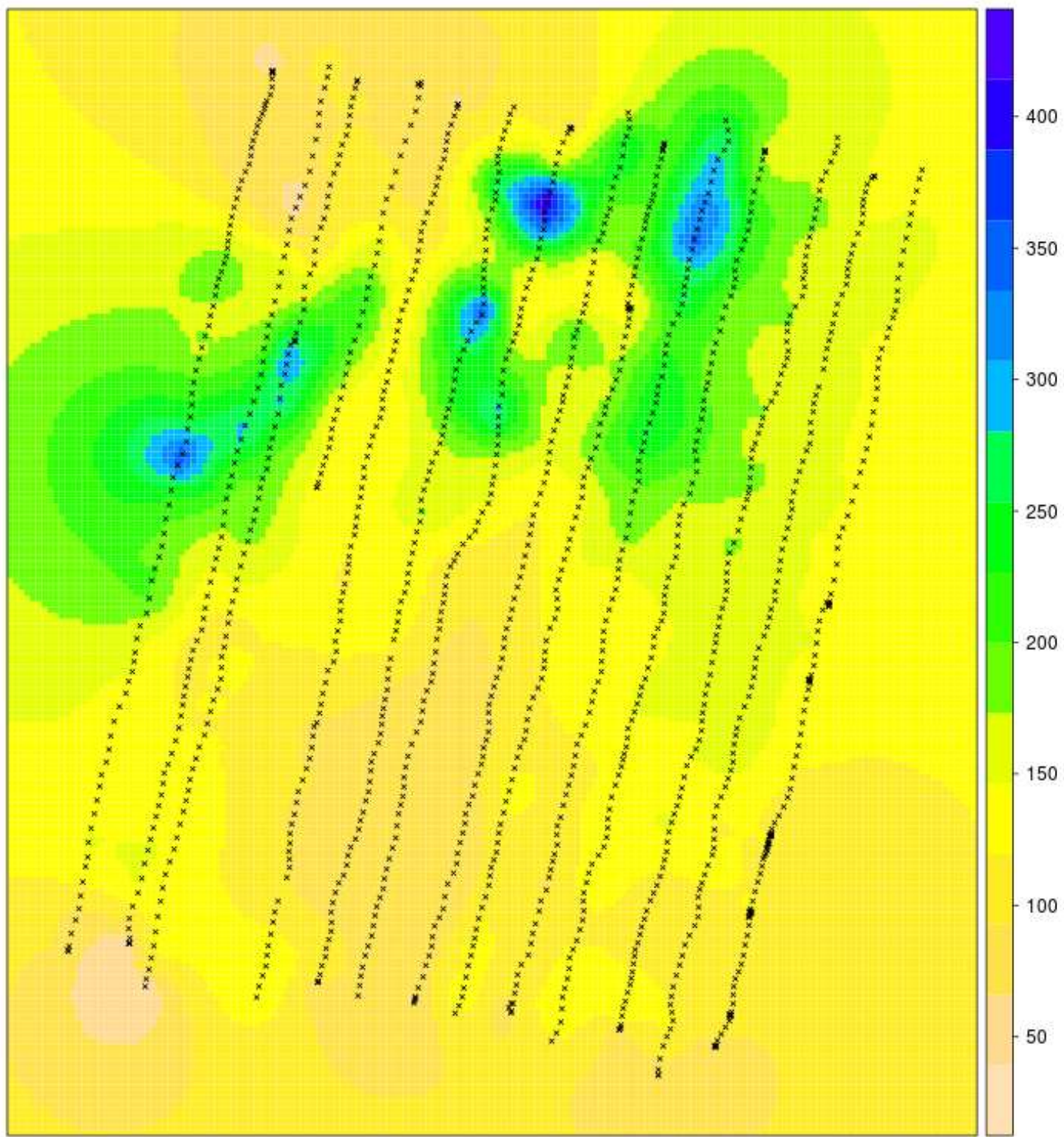




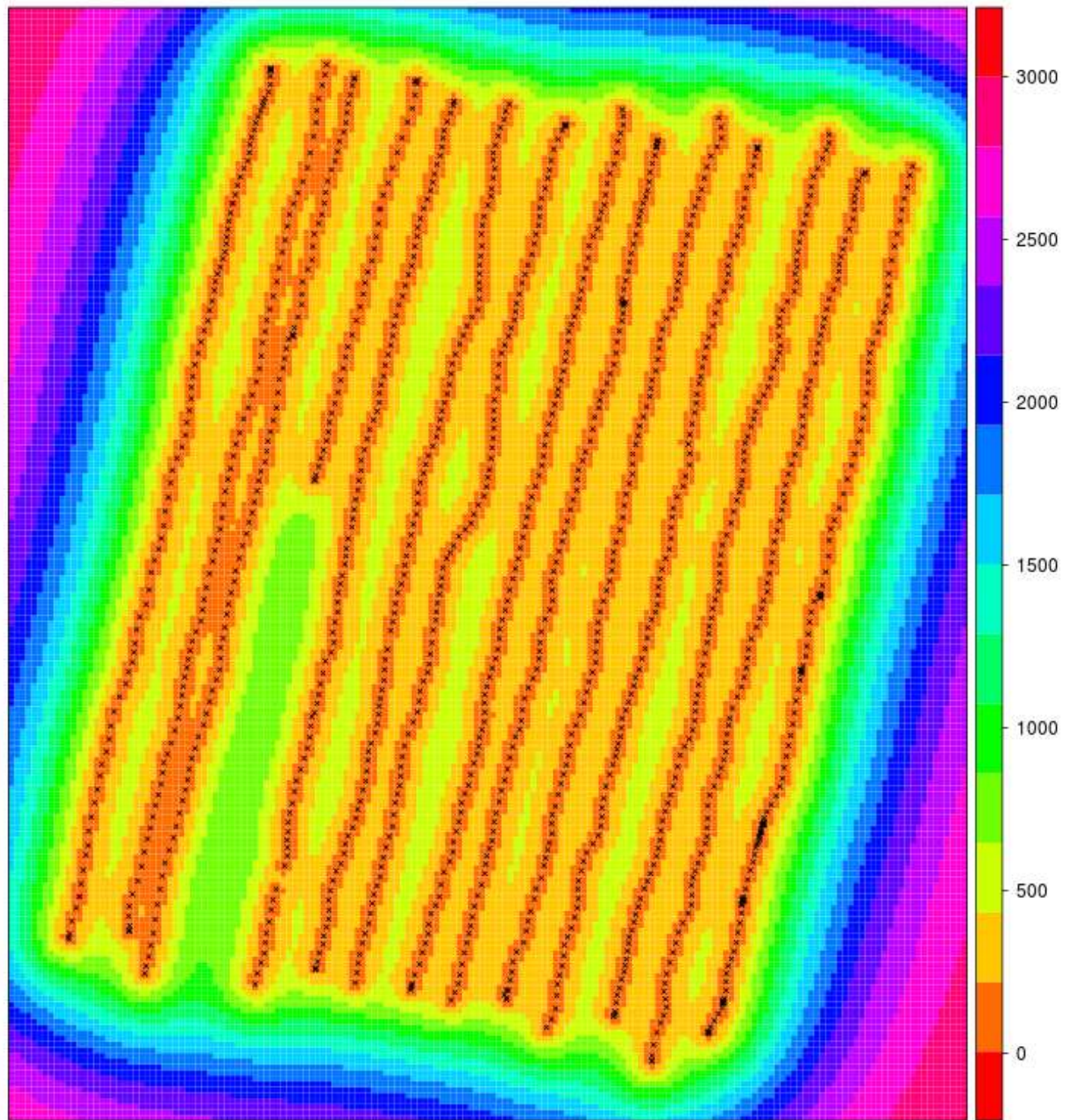
Ajuste del semivariograma de la sonda



QV

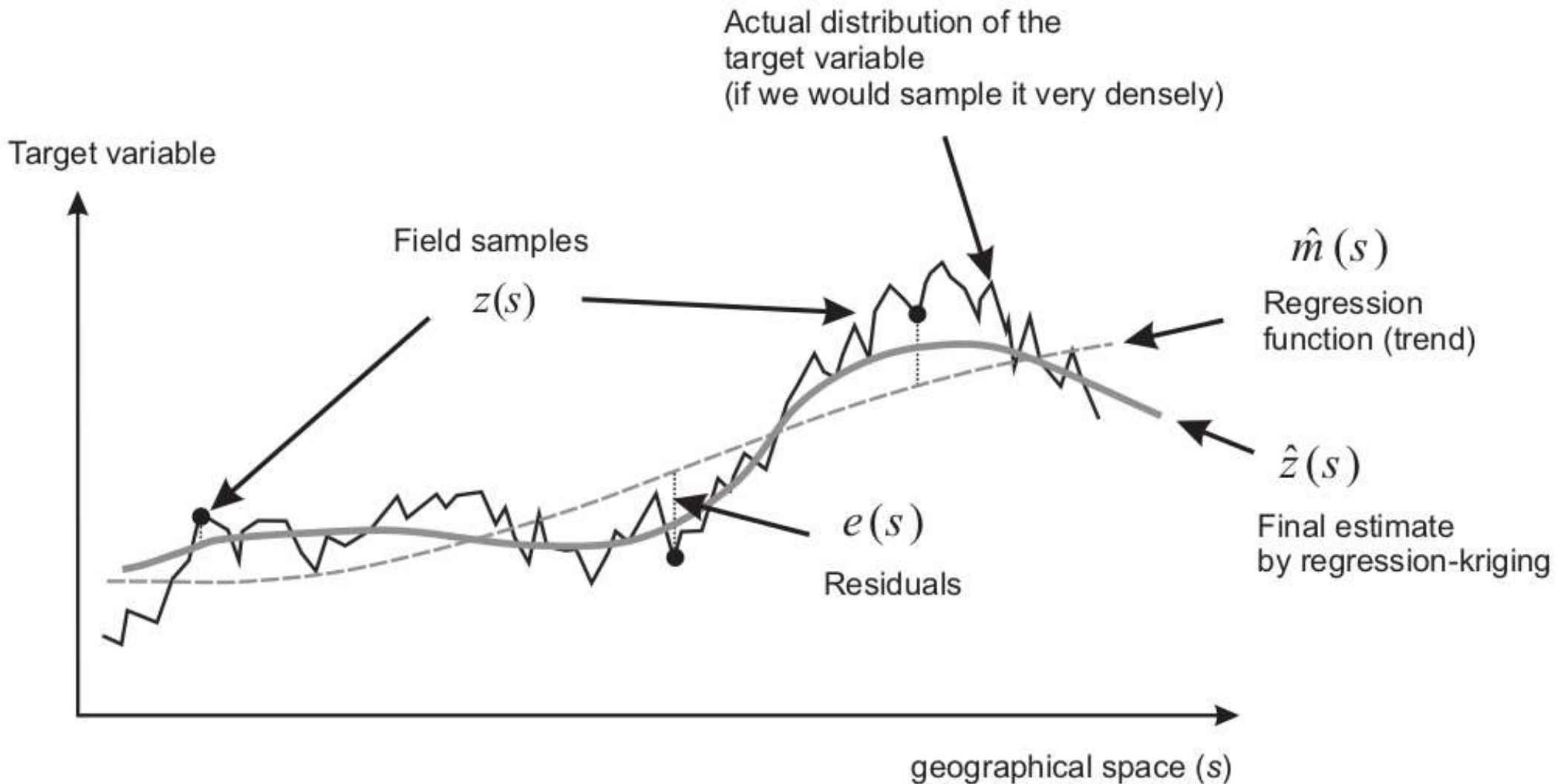


Varianza de la predicción

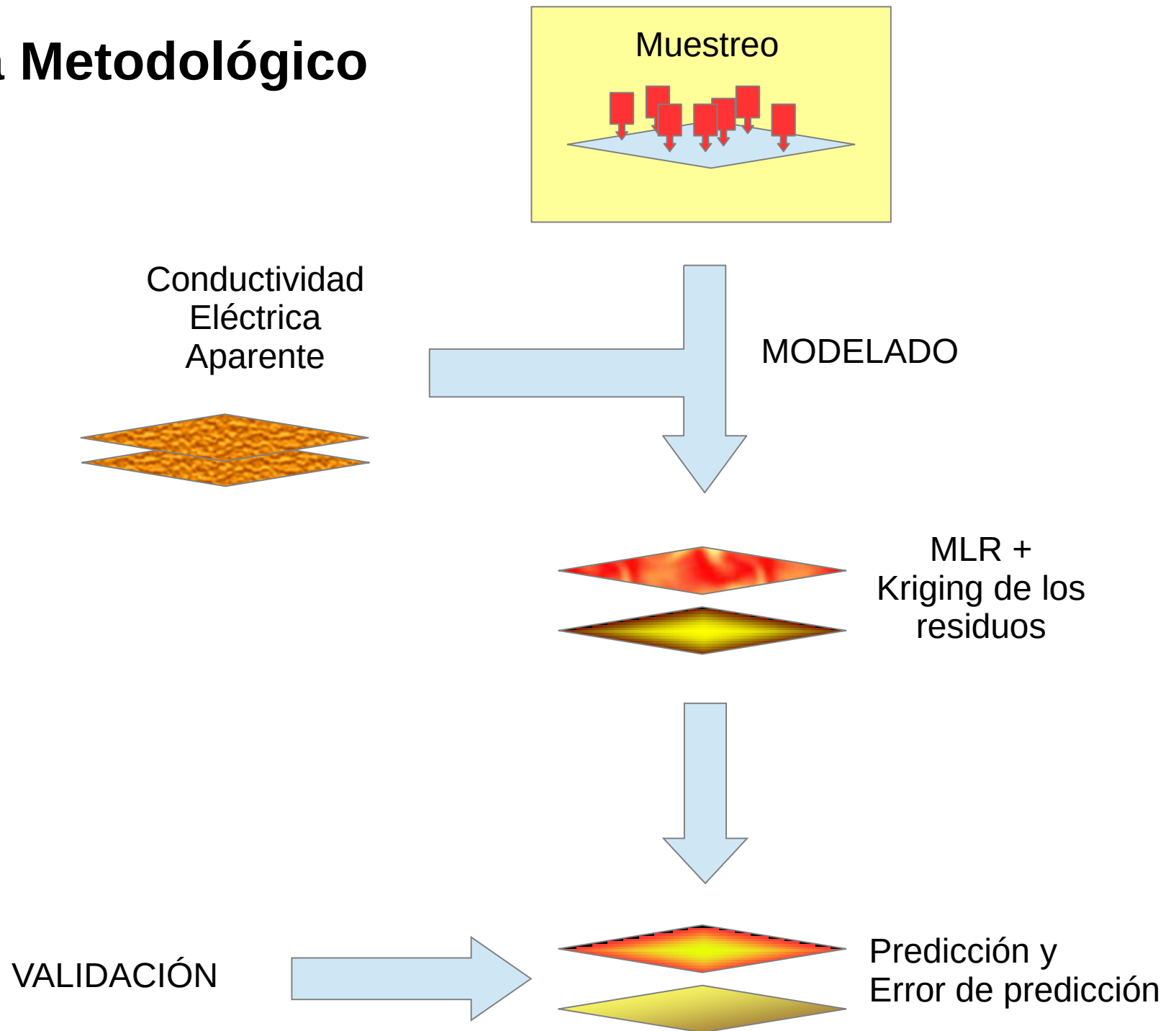


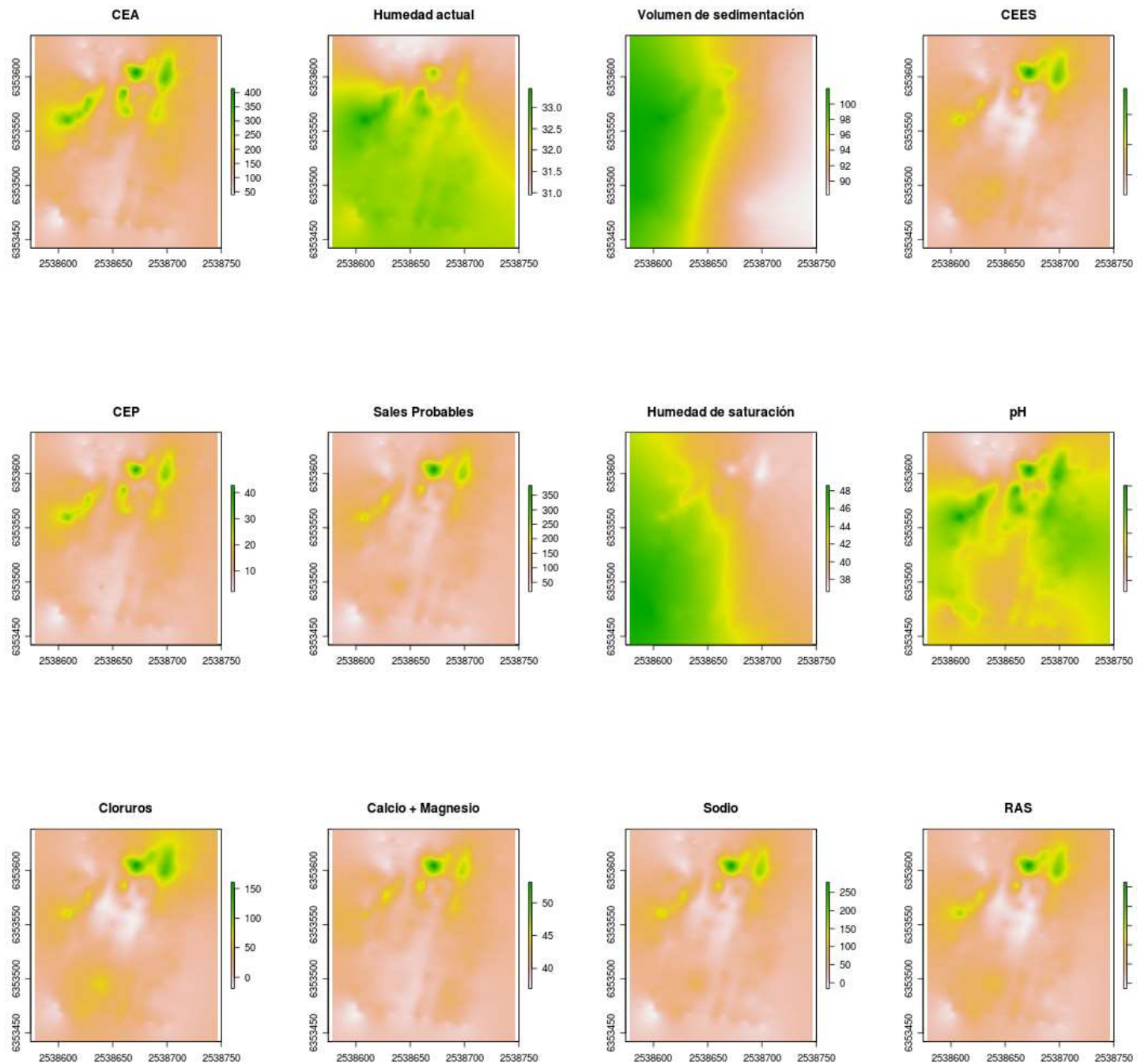
Resultados

Predicción por MLR
+
Kriging de los residuos



Esquema Metodológico





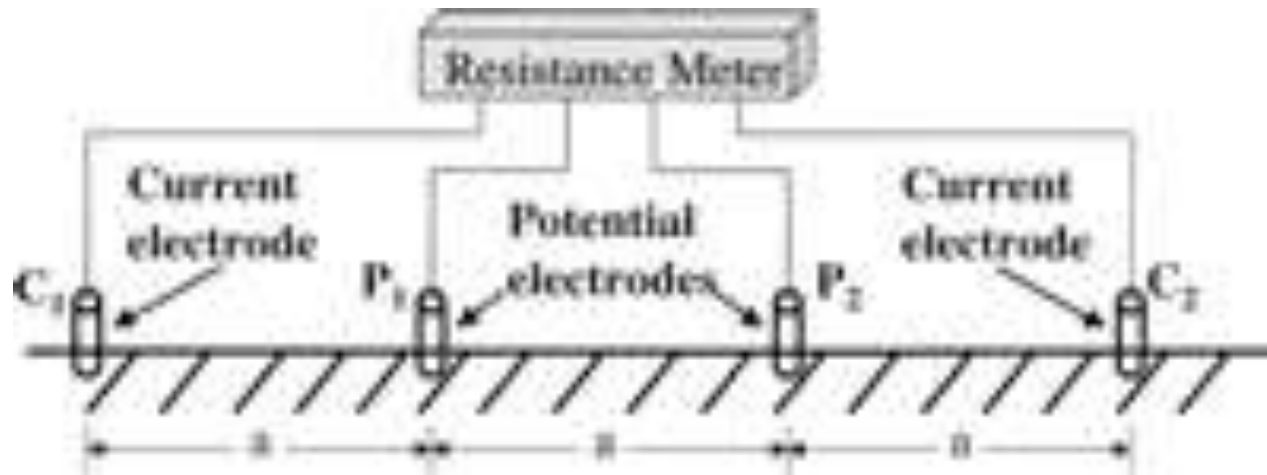
Métodos indirectos que miden la resistividad eléctrica

Wenner array

EM

TDR

GPS



Sonda de los 4 electrodos



“SONDA DE LOS 4 ELECTRODOS” (Método Wenner)

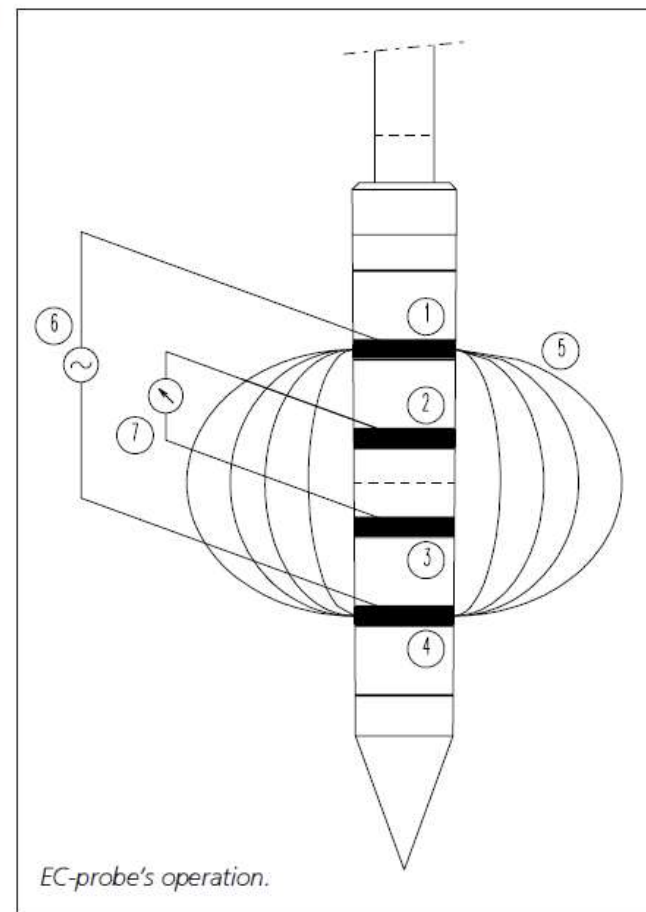
$$CEap = K \text{ cm}^{-1} \text{ Ft/Resist. (ohms)}$$





Replace the batteries simultaneously. Never mix batteries and accumulators.

4. Methodology



EC-probe's operation.

