El fuego sagrado de la innovación

El Cuarto Elemento

XVIII Congreso Aapresid

SENSORES DE SUELO:

El pH y la electrocondutividad aparente como medio para la detección de ambientes.

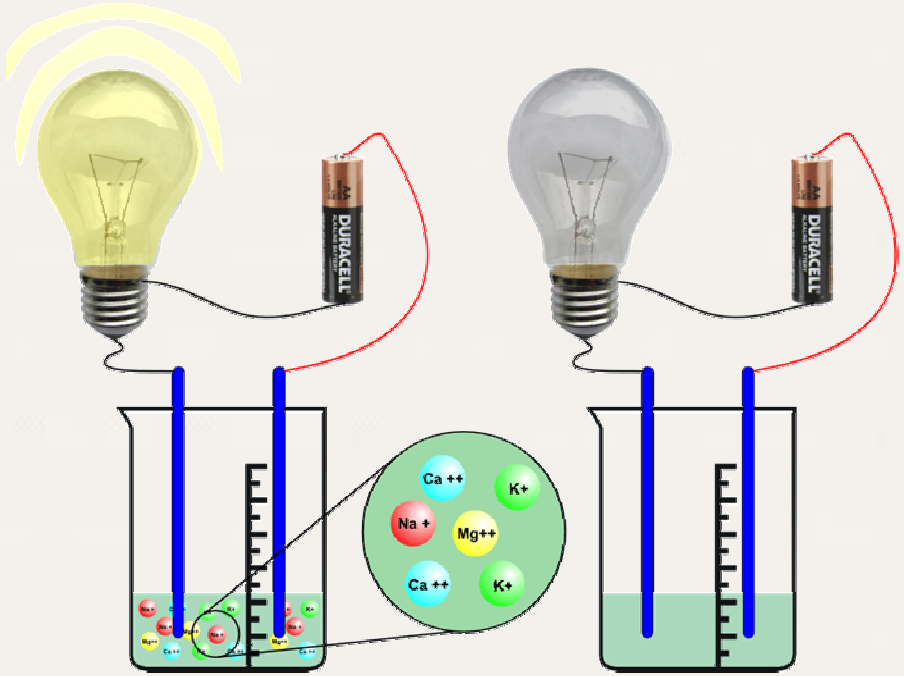
¿como y porque utilizarlos?

Ing. Agr. Darío Boretto

- Proy. Agr. de Precisión - INTA Gral. Cabrera (Cba) -

abordemos algunos conceptos teóricos

la electroconductividad (EC) es la capacidad de un cuerpo de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí.



la EC aplicada a medios líquidos, está directamente relacionada con la presencia de sales en solución, cuya disociación genera iones positivos y negativos libres (electrólitos) capaces de transportar corriente eléctrica.

la EC es inversamente proporcional a la resistividad, y se expresa en unidades como: mmhos/cm; ds/m; ms/m.

Fuente: http://www.wikipedia.org

al aplicarle un voltaje constante a una solución acuosa; a > cantidad de electrolitos disueltos; > será la EC y < será la resistencia ejercida por ese conductor.

Medio	electroconductividad (a 25 °C) *
agua pura	0.05 µS/cm
agua potable	50 a 100 µS/cm
solución de suelo	0.5 - 6.5 dS/m
agua de mar	53.0 dS/m
NaOH (5% v/v)	223.0 dS/m

(*) Valores de referencia de algunas muestras típicas.

Fuente: http://www.wikipedia.org

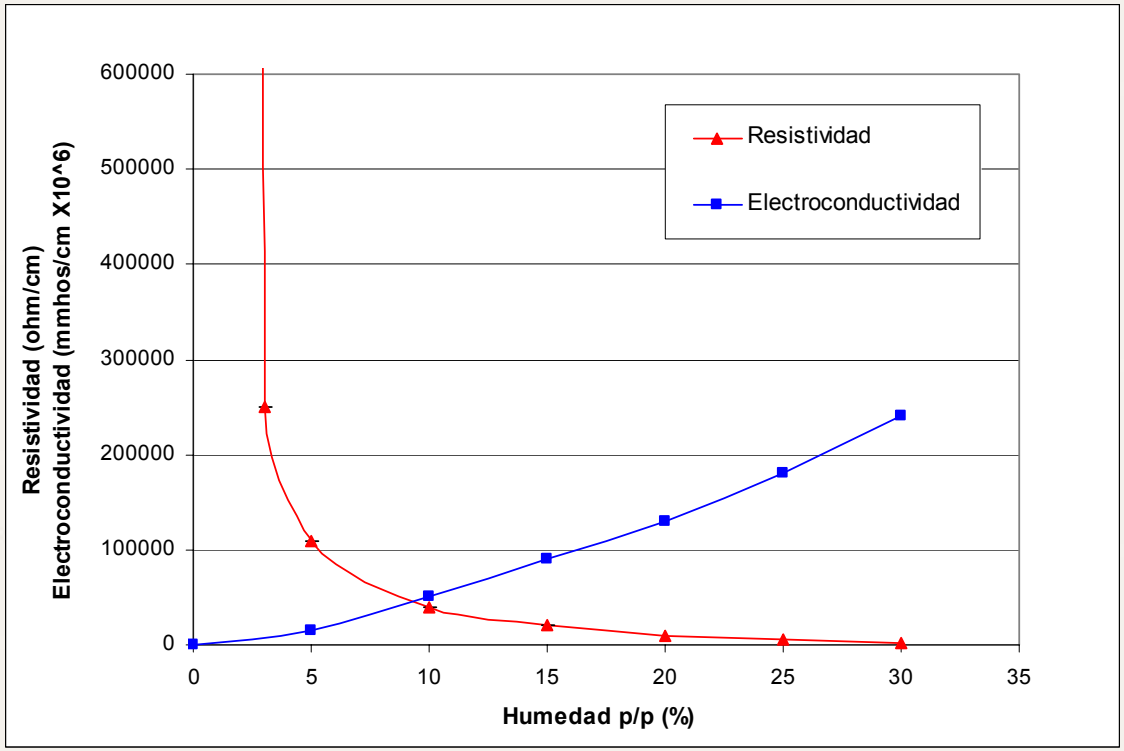
hasta aquí siempre hemos hablado de la EC medida en algún tipo de extracto líquido y en condiciones y proporciones controladas; ahora hablaremos de la EC medida directamente en el suelo (ECap).

si consideramos que el suelo es un medio poroso, casi siempre saturado con agua aunque sea parcialmente, y con una permanente presencia de sales iónicas disueltas; en la EC medida de forma directa al suelo seguramente intervendrán otros factores que la alterarán (teoría de la bulk-conductivity o ECG).

estos factores son principalmente tres (3).

Fuente: (2002) F. Calderón Sáenz.

1) la humedad de suelo *(alta importancia).*

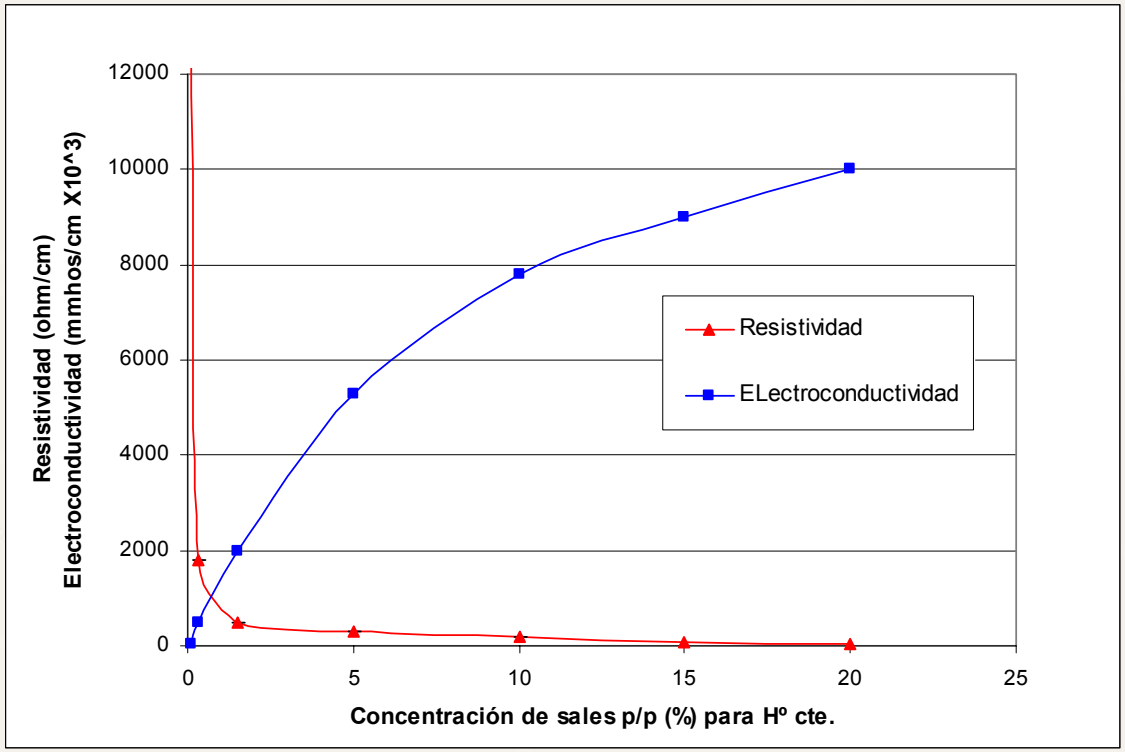


(*) Suelo franco-arenoso sometido a niveles crecientes de saturación de agua.

como la conducción eléctrica del suelo se realiza a través de la fase líquida (los poros ocupados solo por aire no conducen la corriente eléctrica), entonces parte de dicha conducción dependerá del volumen de poros llenos de agua.

Fuente: (2002) F. Calderón Sáenz.

2) la concentración iónica en solución *(alta importancia).*

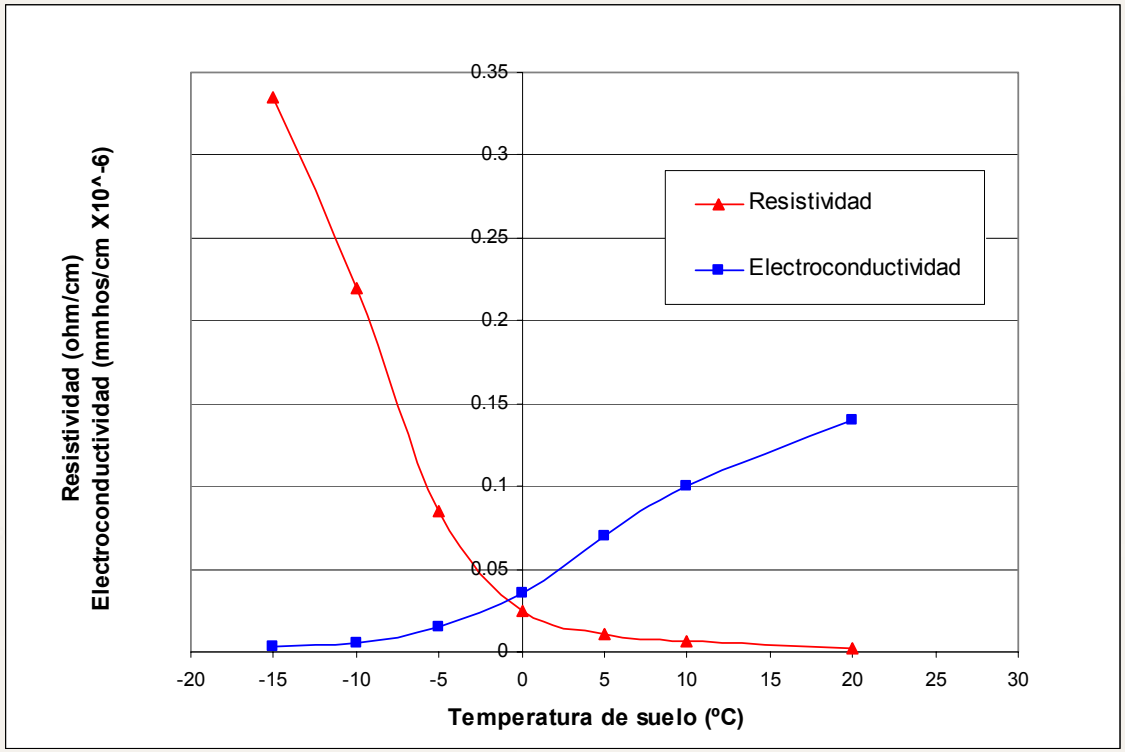


(*) Suelo franco-arenoso con contenido de Hº cte. sometido a niveles crecientes de salinidad.

por otro lado mientras más conductiva sea la fase líquida, para un mismo contenido de humedad, mayor será la EC; esta entonces empezará a depender del contenido de electrolitos disueltos en la solución del suelo.

Fuente: (2002) F. Calderón Sáenz.

3) la temperatura del suelo *(menos importante a campo).*



(*) Suelo franco-arenoso con contenido de Hº y salinidad cte. sometido a niveles crecientes de Tº.

además de lo antes expuesto, es sabido que la EC de cualquier medio aumenta con la temperatura; y esto es debido a la mayor movilidad iónica dada por el incremento de calor.

Fuente: (2002) F. Calderón Sáenz.

conclusión preliminar:

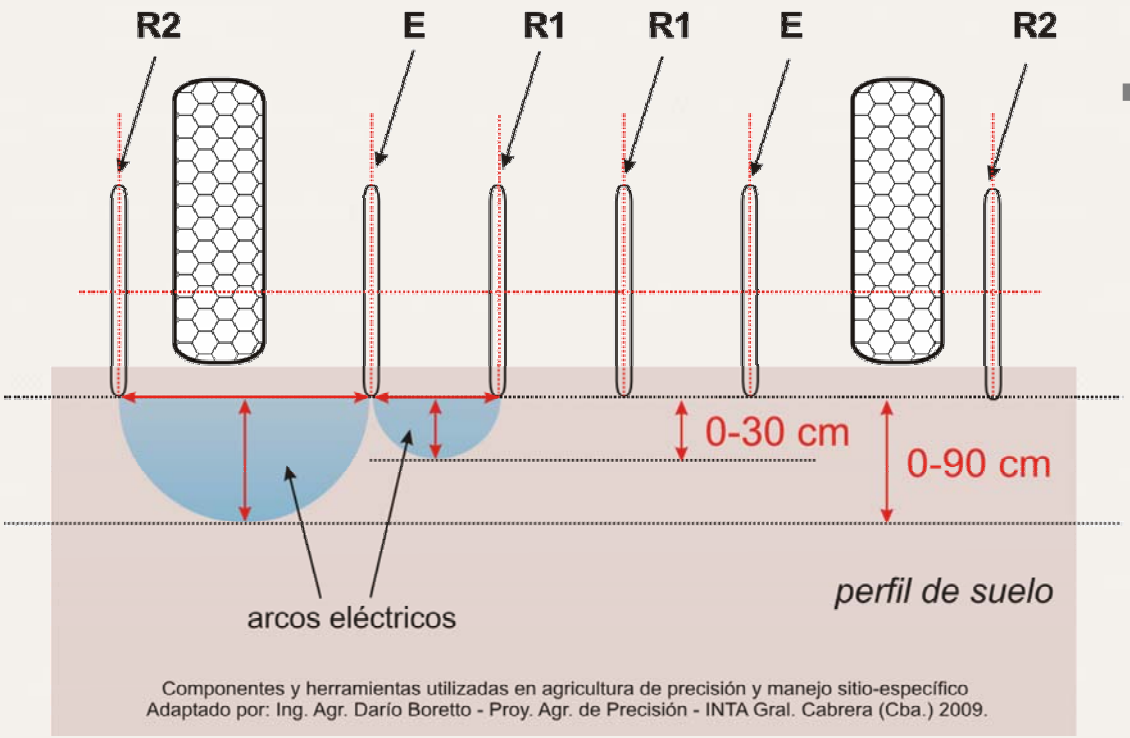
para conseguir análisis de ECap Veris lo más representativos posible y estables en espacio y tiempo; tratar* que *al momento de recoger los datos que se cumplan las siguientes condiciones:

- que el suelo presente un estado friable con contenidos de humedad a capacidad de campo o cercano a esta constante hídrica; *de esta forma los datos recogidos serán más representativos de la concentración real de iones en solución.*

Veris 3100 (ECap)

Veris MSP 3150 (ECap+pH)

- 1 par de emisores (E)
- 1 par de receptores para medir hasta la profundidad de 0-30 cm (R1)
- 1 par de receptores para medir hasta la profundidad de 0-90 cm (R2)



Componentes y herramientas utilizadas en agricultura de precisión y manejo sitio-específico
Adaptado por: Ing. Agr. Darío Boretto - Proy. Agr. de Precisión - INTA Gral. Cabrera (Cba.) 2009.

E: aplica un voltaje "V".

R: lo recibe con intensidad "I"

I= V/R ➔ R= V/I ➔ V= IxR

ECap: cantidad de corriente eléctrica que pudo atravesar la resistencia ejercida por el suelo.

R1: al existir menor distancia a E, la lectura es más superficial.

R2: al existir mayor distancia a E, la lectura es más profunda.

cuales son los beneficios de contar con esta información:

1- propiedades como la ECap y el pH tiene relación directa con algunos indicadores de calidad y salud del suelo como:

- **precursores de fertilidad potencial y rendimiento *(Ej: capacidad de retención hídrica; CIC; contenido de MO; contenido de nutrientes en suelo).***
- **limitantes para la producción y desarrollo *(Ej: salinidad; textura; topografía y pH).***

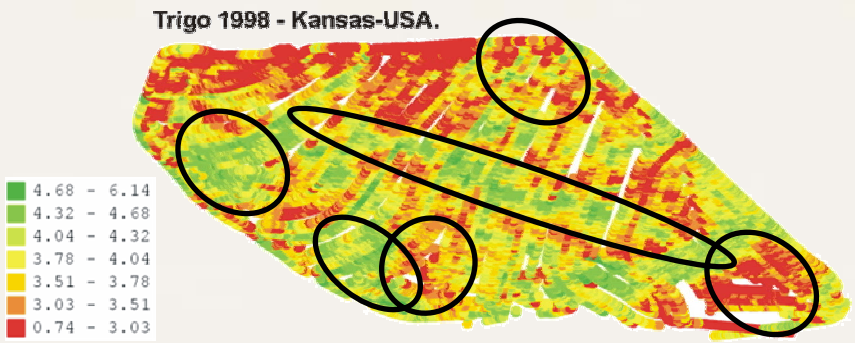
2- es una fuente para diferenciar ambientes de distinto rendimiento potencial confiable y de rápida obtención.

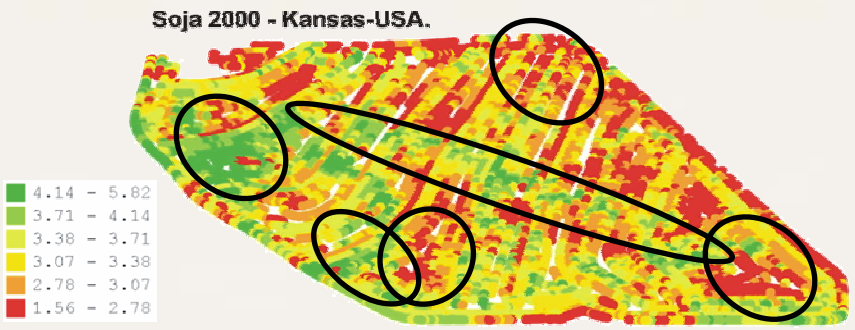
- **la labor se hace a razón de 20-25 has por hora, en cualquier época del año y es información recogida directamente del suelo sin estar influenciada por factores climáticos o de manejo.**

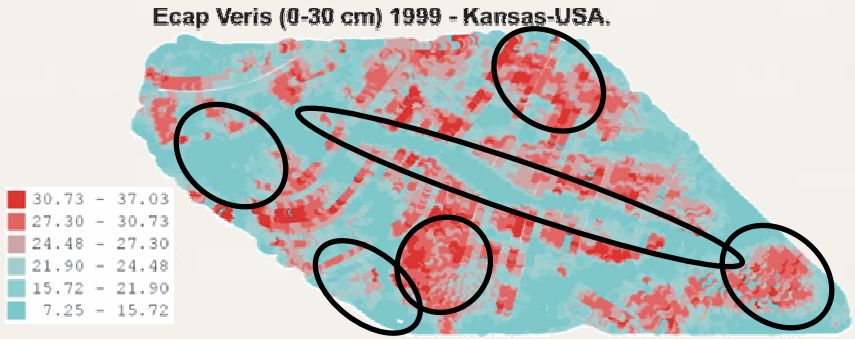
3- es una información muy estable en el tiempo *(baja variabilidad temporal).*

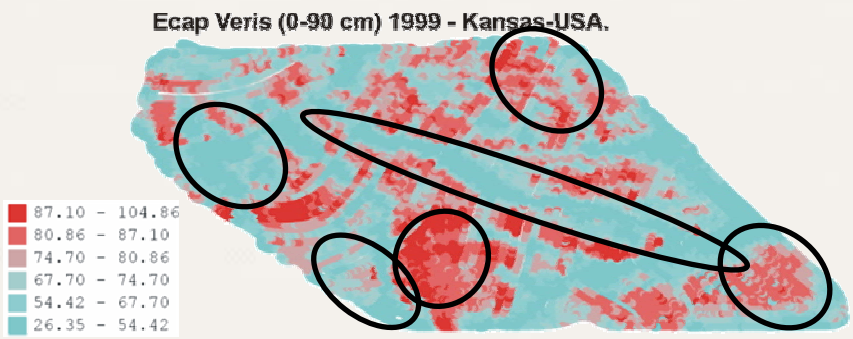
- **no es necesario repetir el análisis con mucha frecuencia**

la variación espacial de la ECap y su relación con el rendimiento







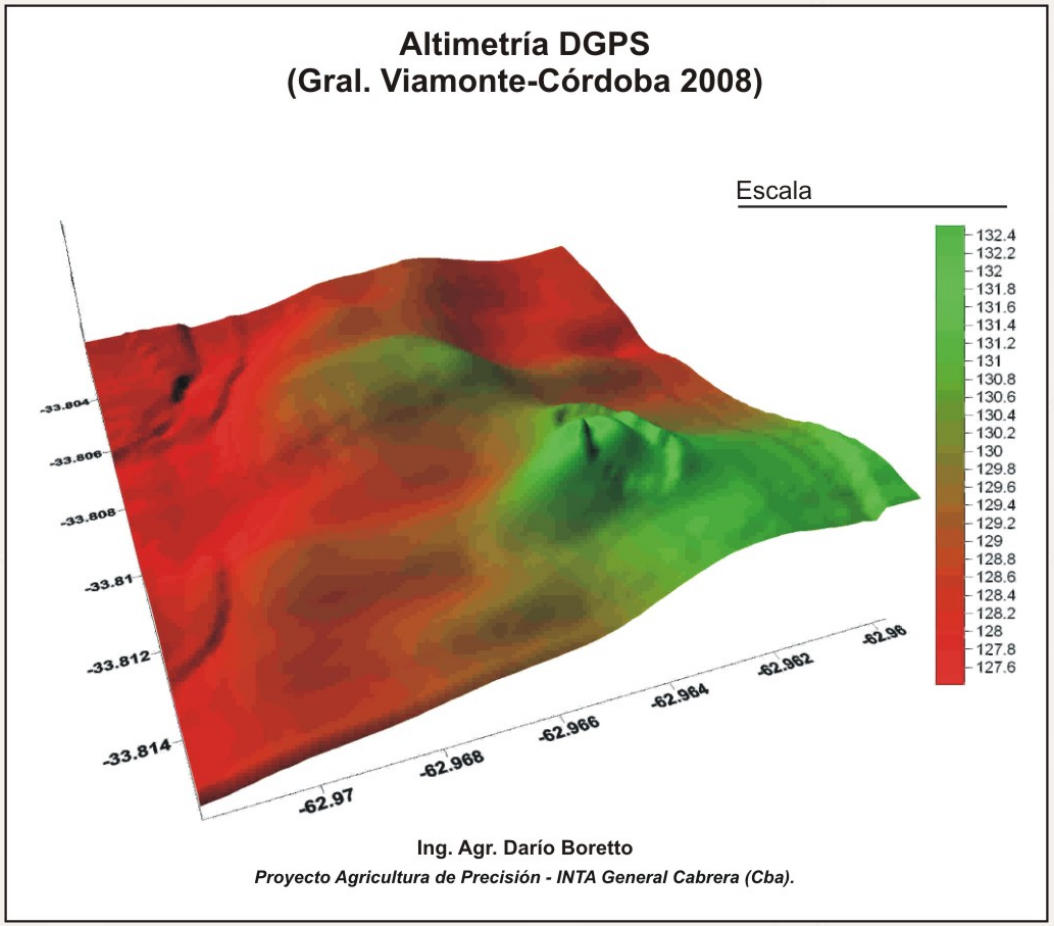


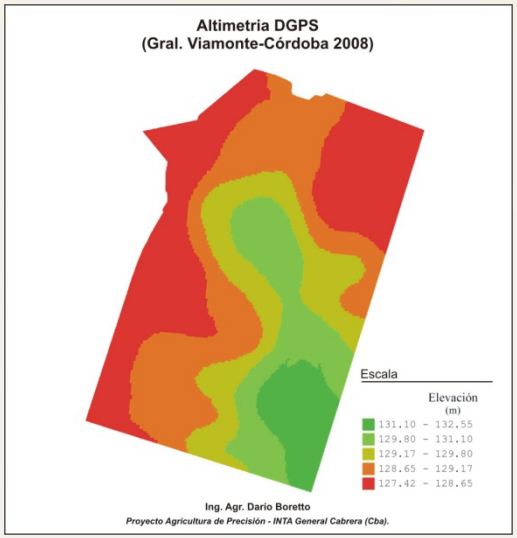
sectores con alta [sales] en estrato superficial y sub-superficial

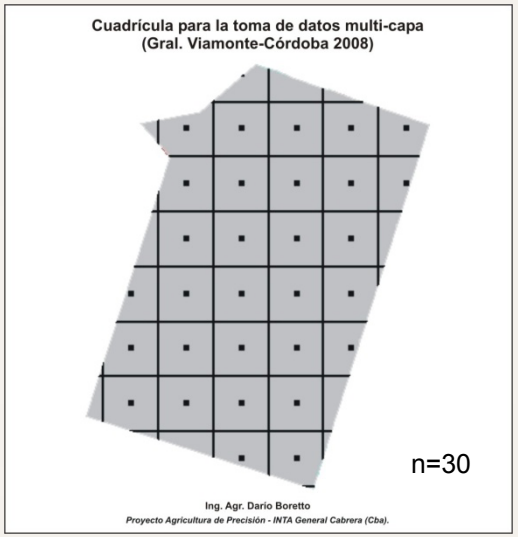
rendimiento significativamente deprimido ***sectores sin limitantes***

la productividad se incrementa

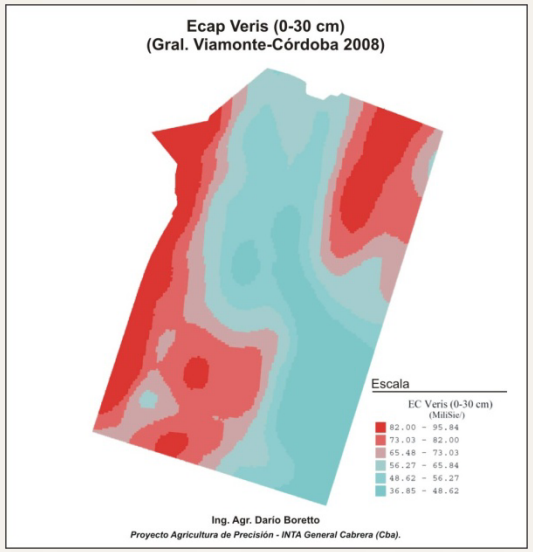
Fuente: (2010) D. Boretto; E. Lund.

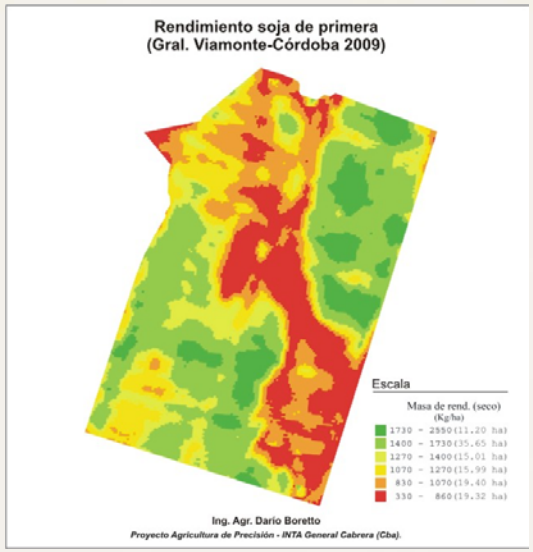


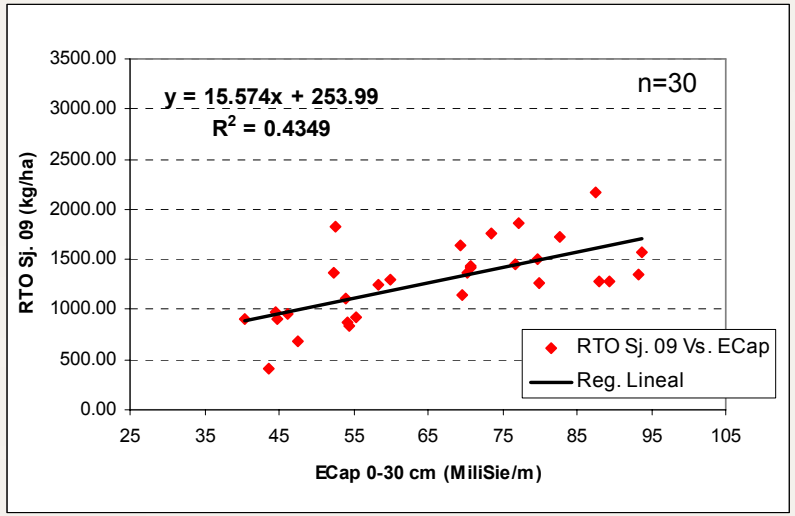


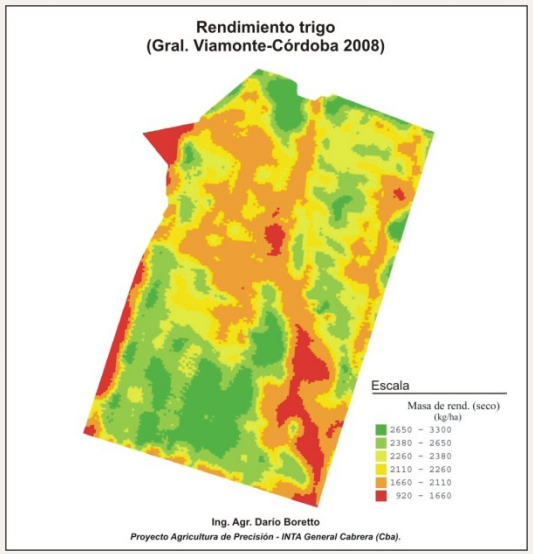


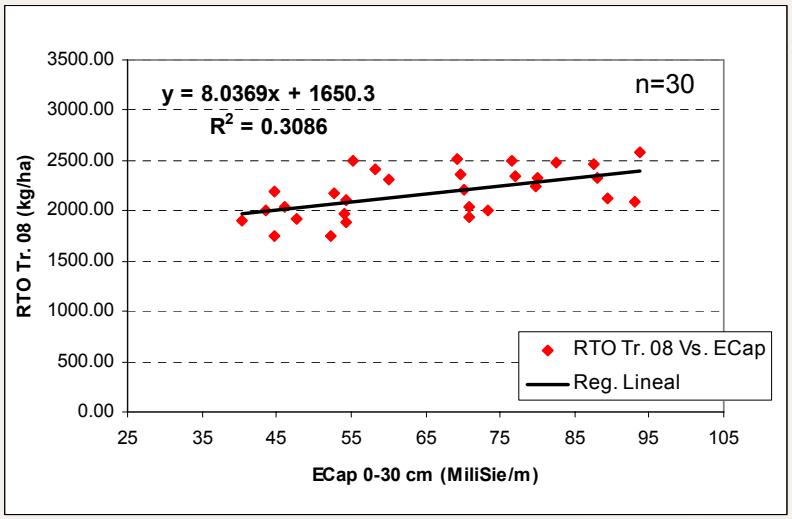
Fuente: (2010) D. Boretto.





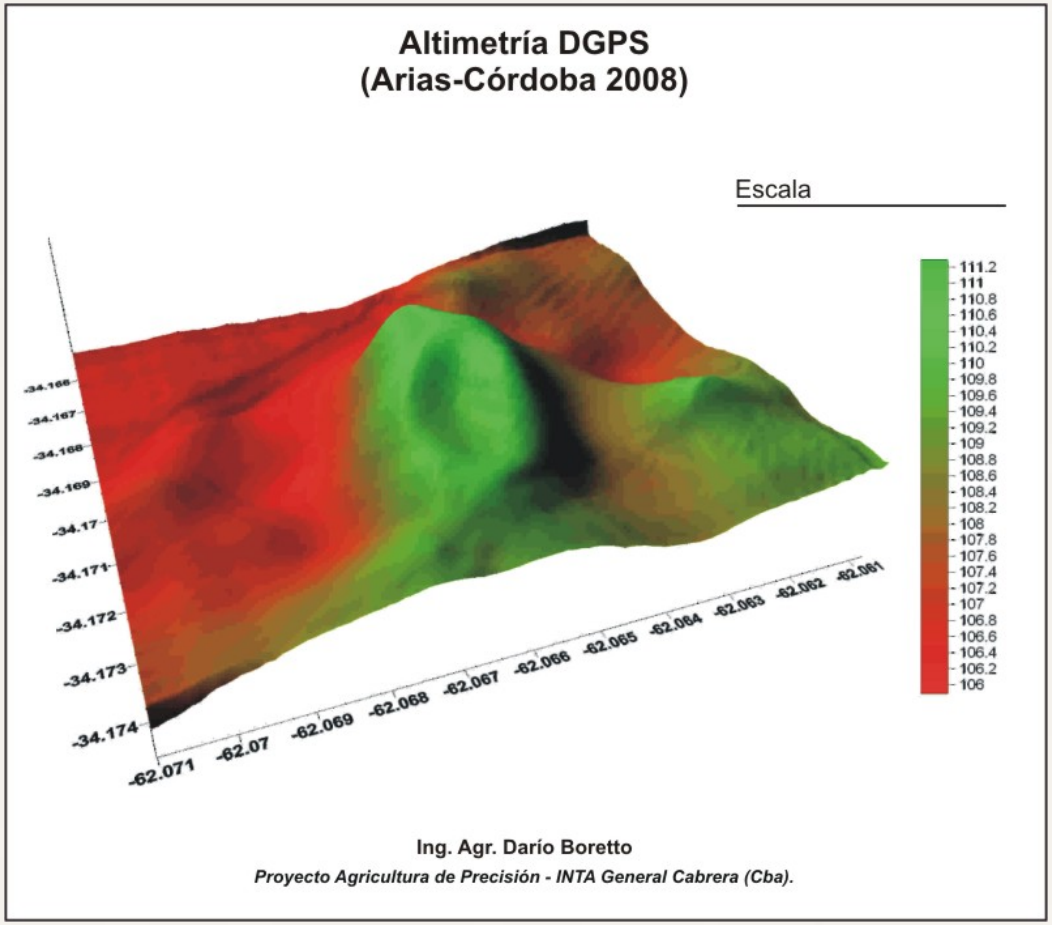


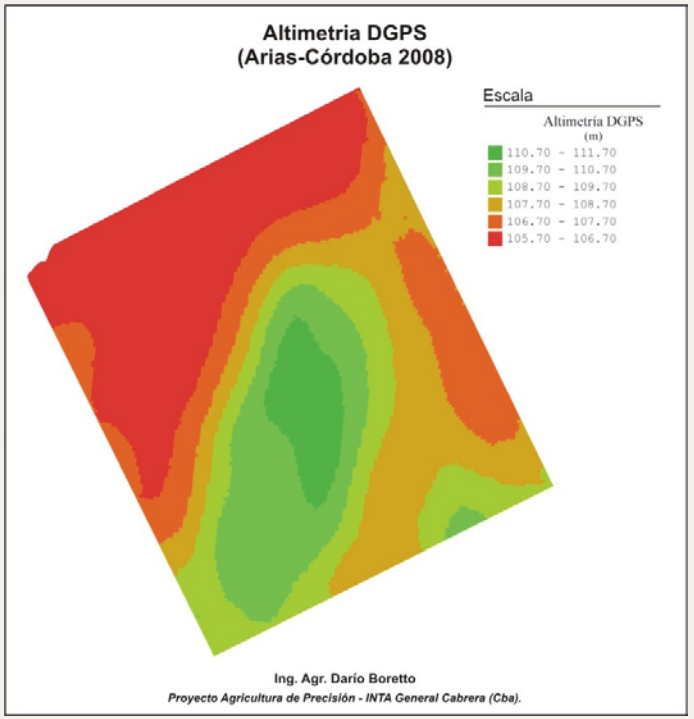




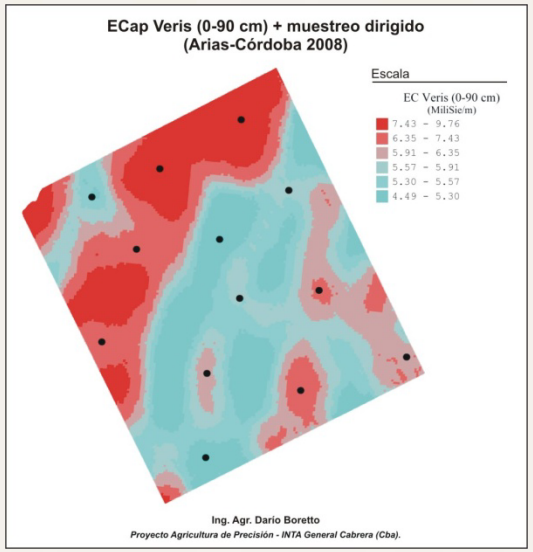
Fuente: (2010) D. Boretto.

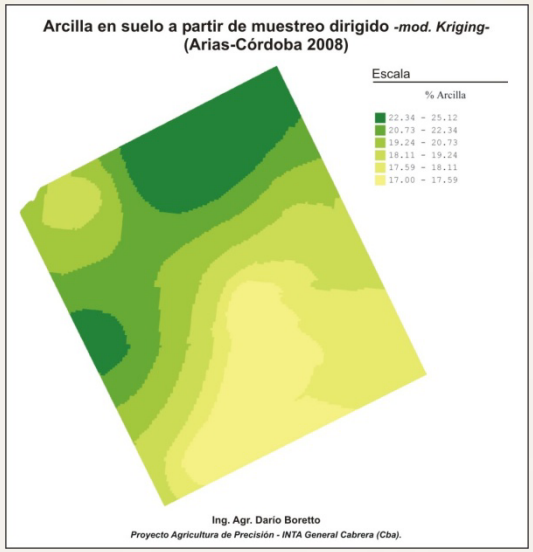
la variación espacial de la ECap y su relación con precursores de fertilidad potencial

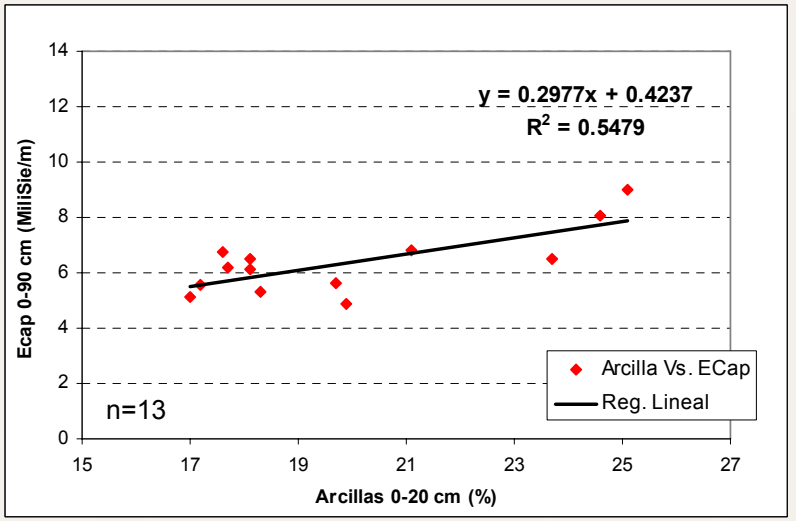


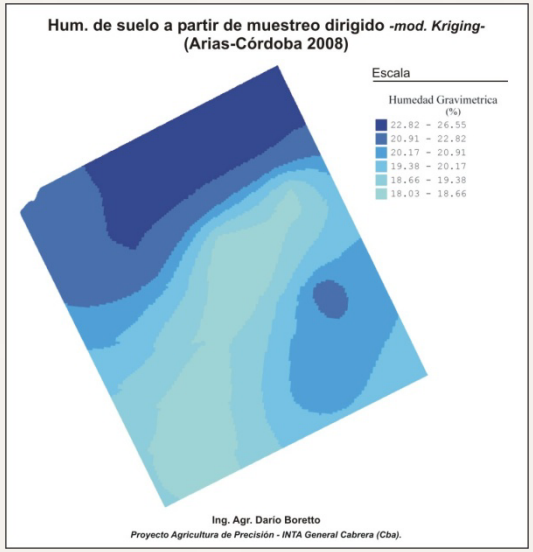


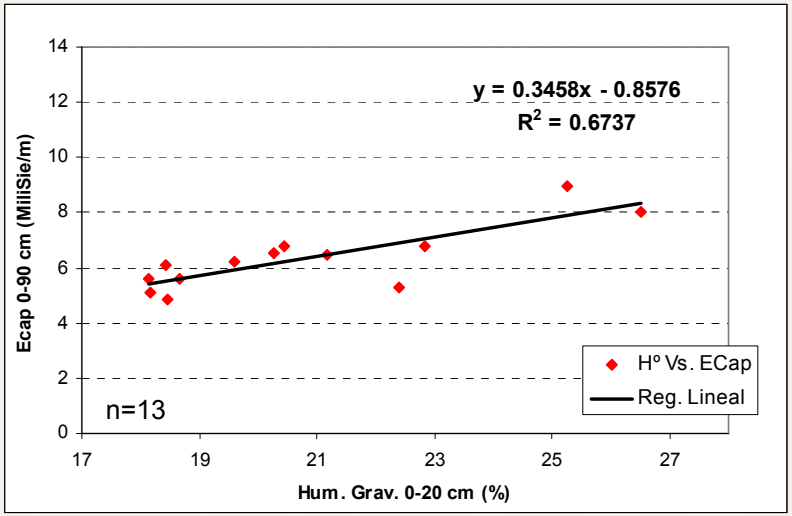
Fuente: (2008) D. Boretto.



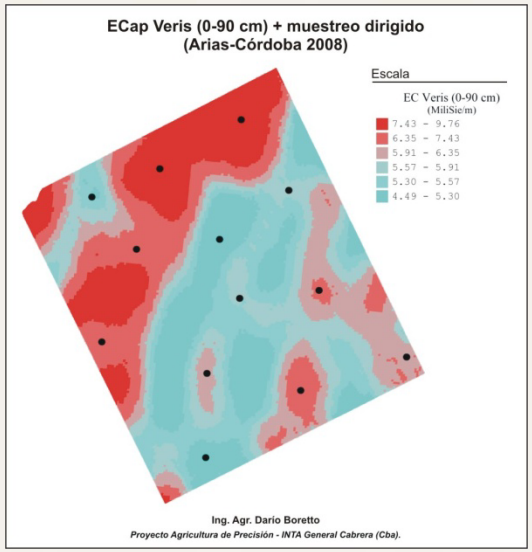


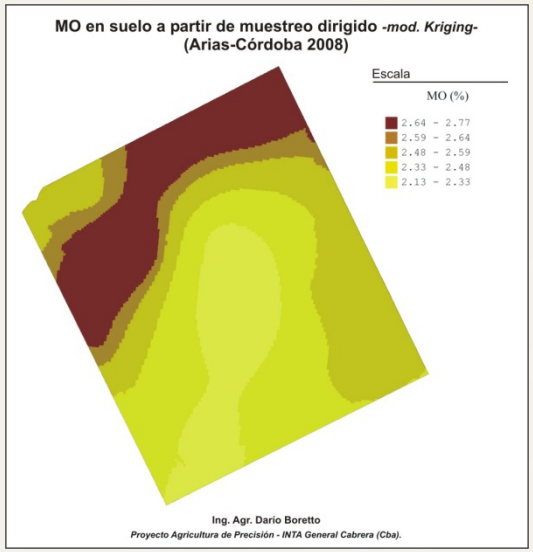


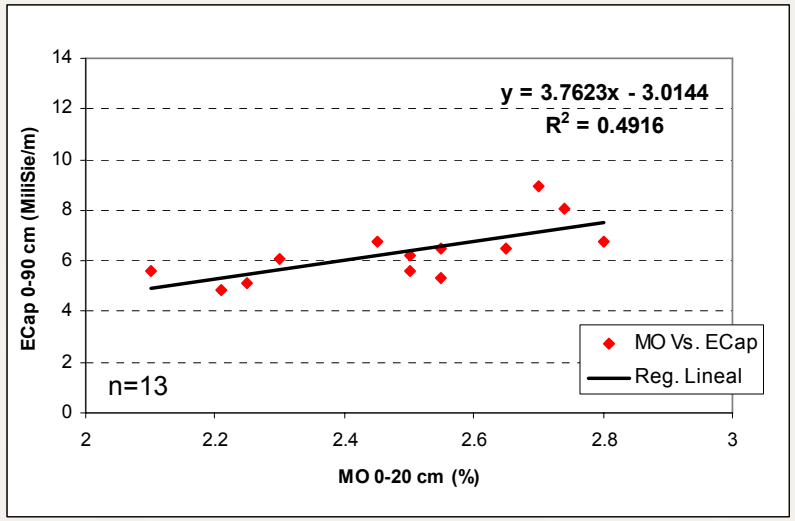


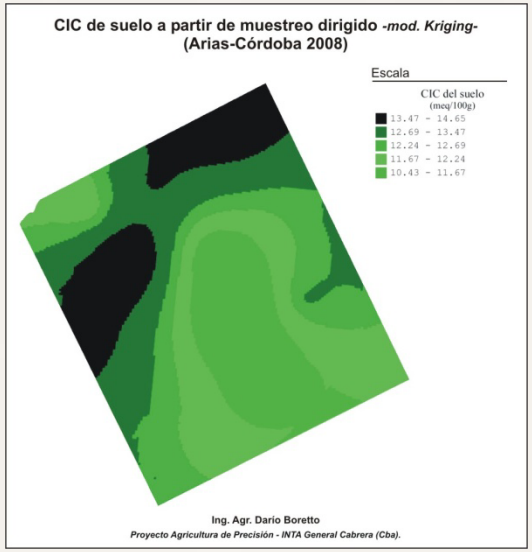


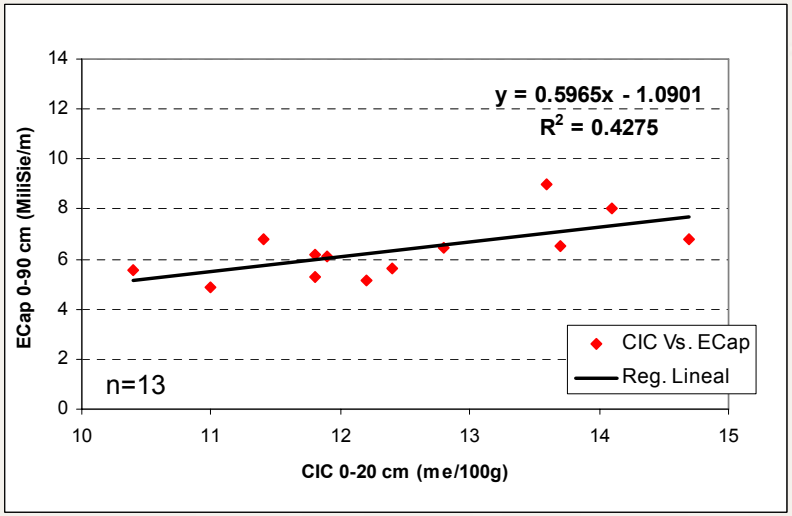
Fuente: (2008) D. Boretto.



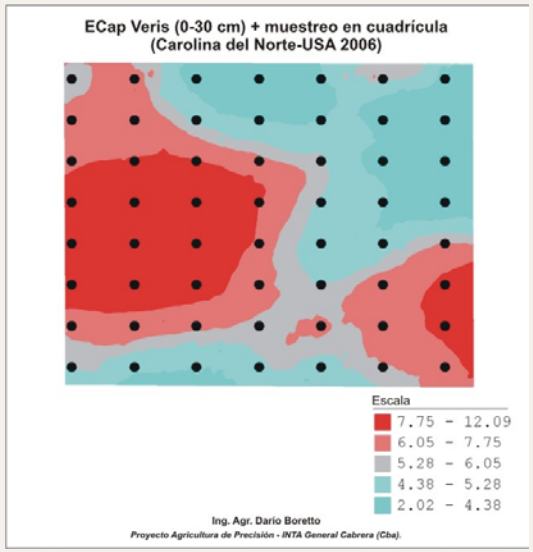


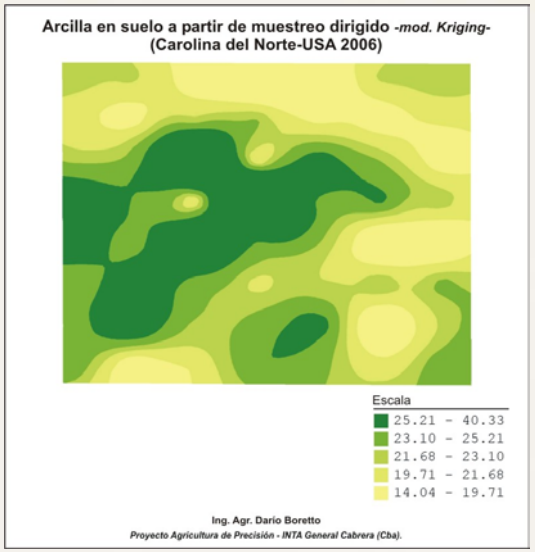


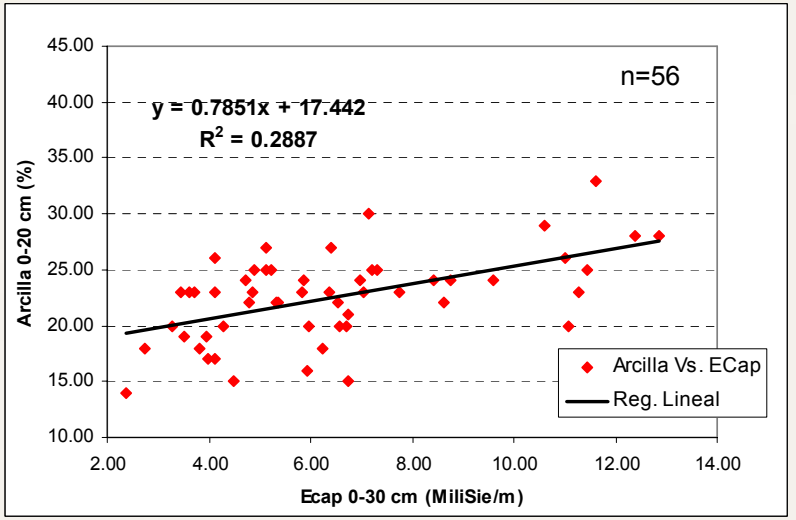


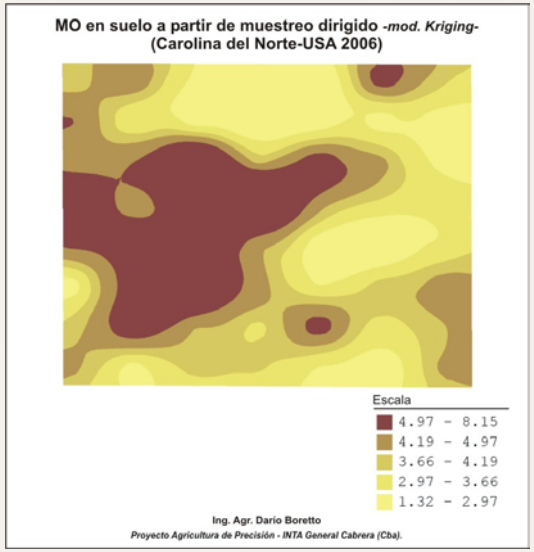


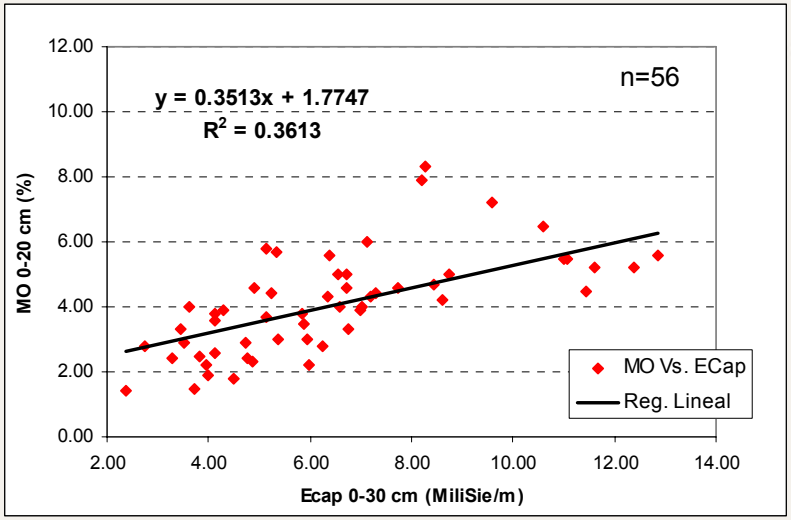
Fuente: (2008) D. Boretto.



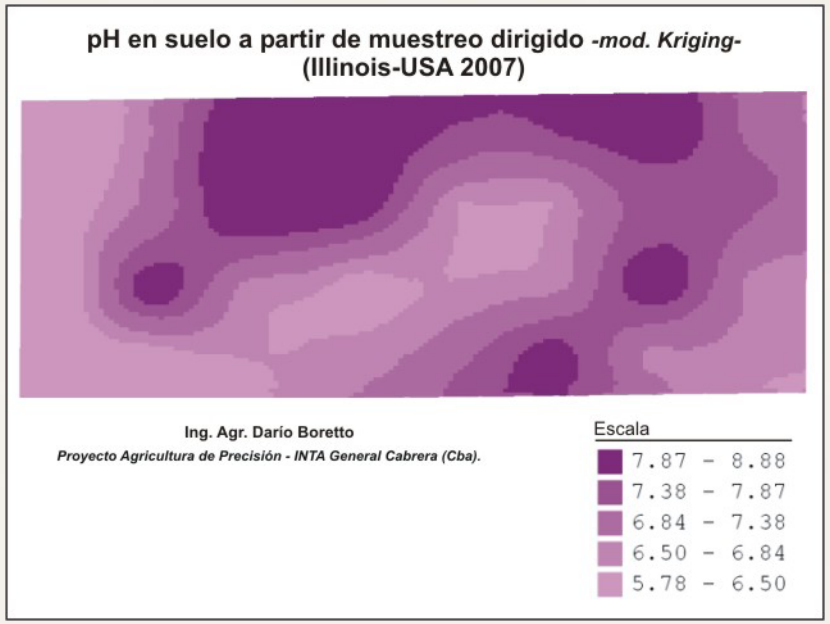


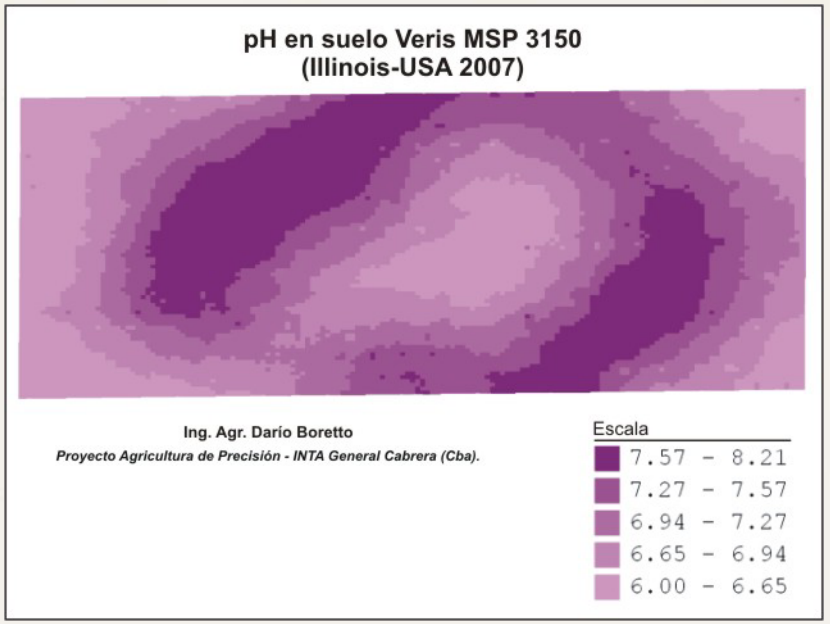


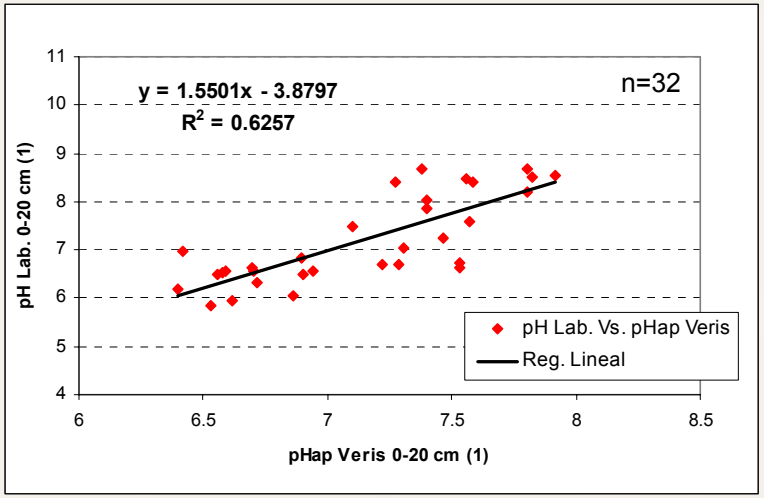




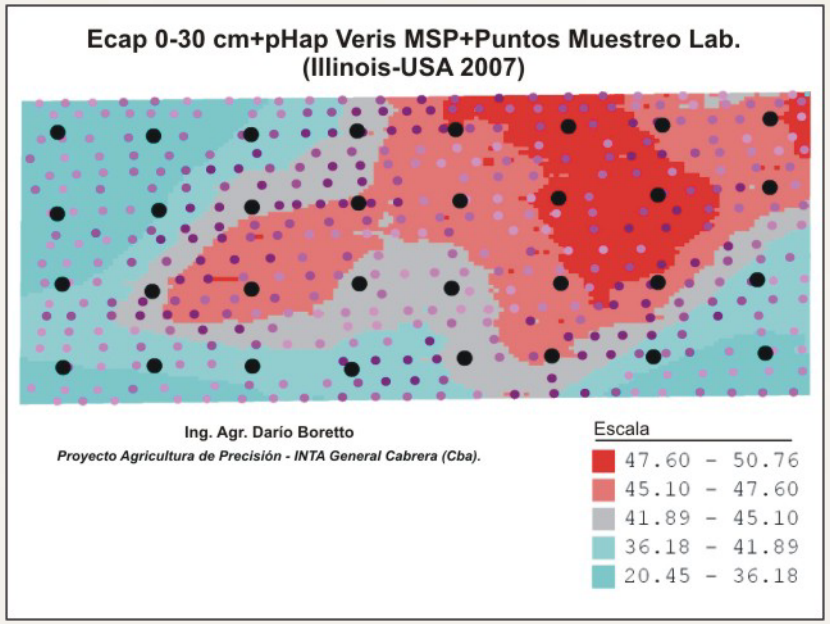
Fuente: (2008) D. Boretto; E. Lund.

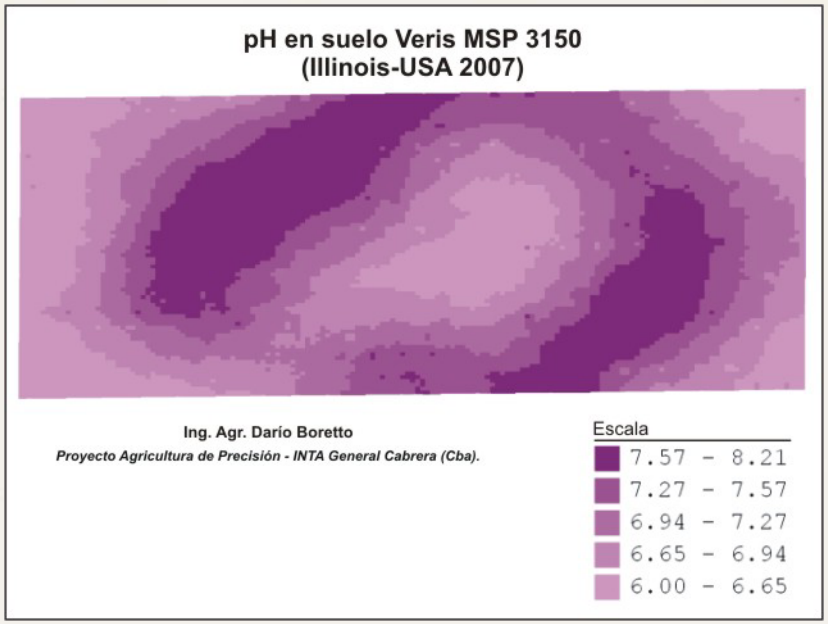


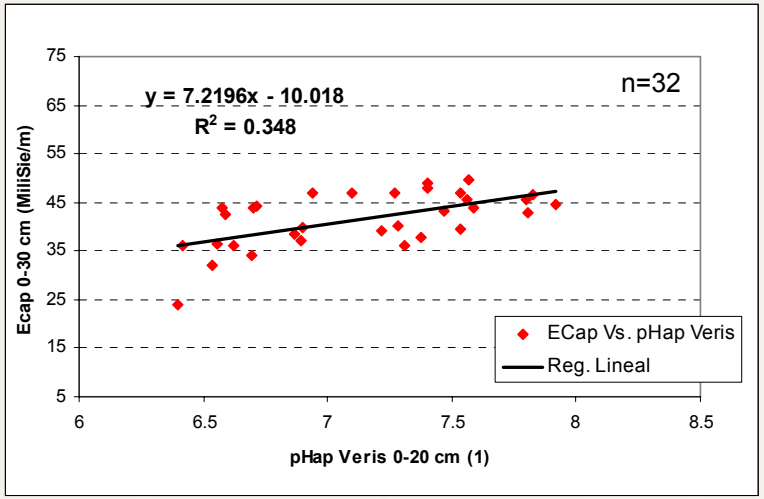




Fuente: (2010) D. Boretto; E. Lund.





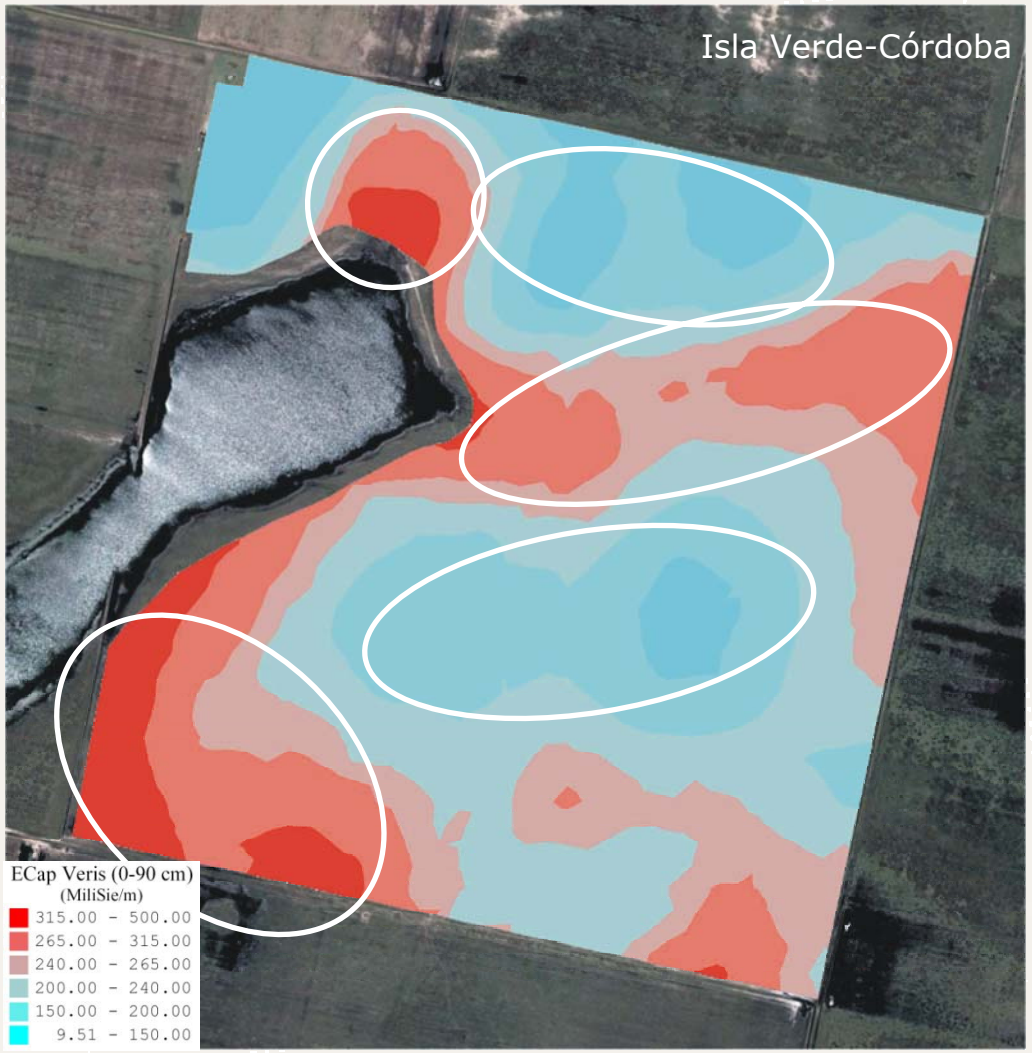


Fuente: (2010) D. Boretto; E. Lund.

la variación espacial de la ECap y su relación con algunas limitantes hidro-halomórficas

laguna permanente

Fuente: (2008) D. Boretto.



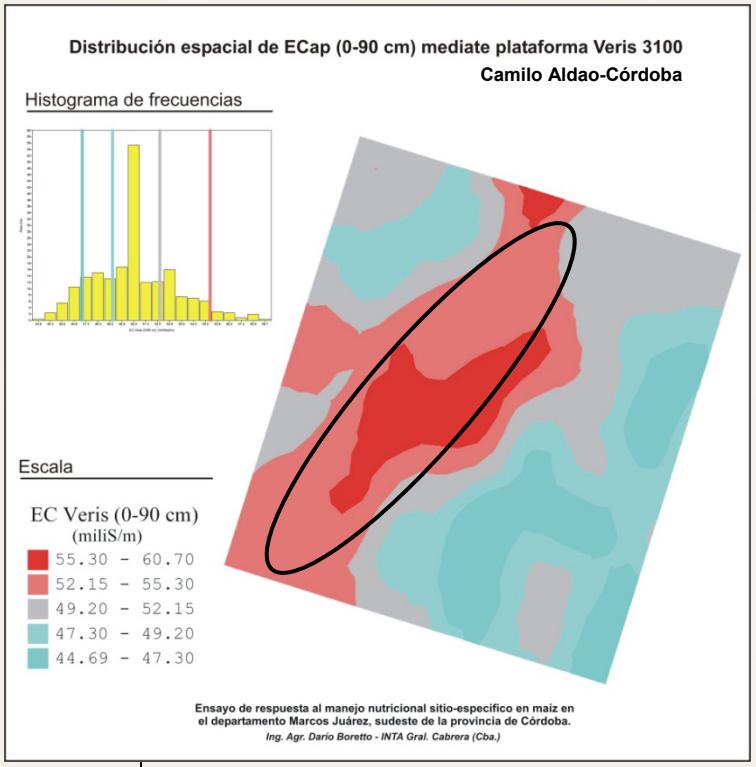
1- intensidad de la salinidad.

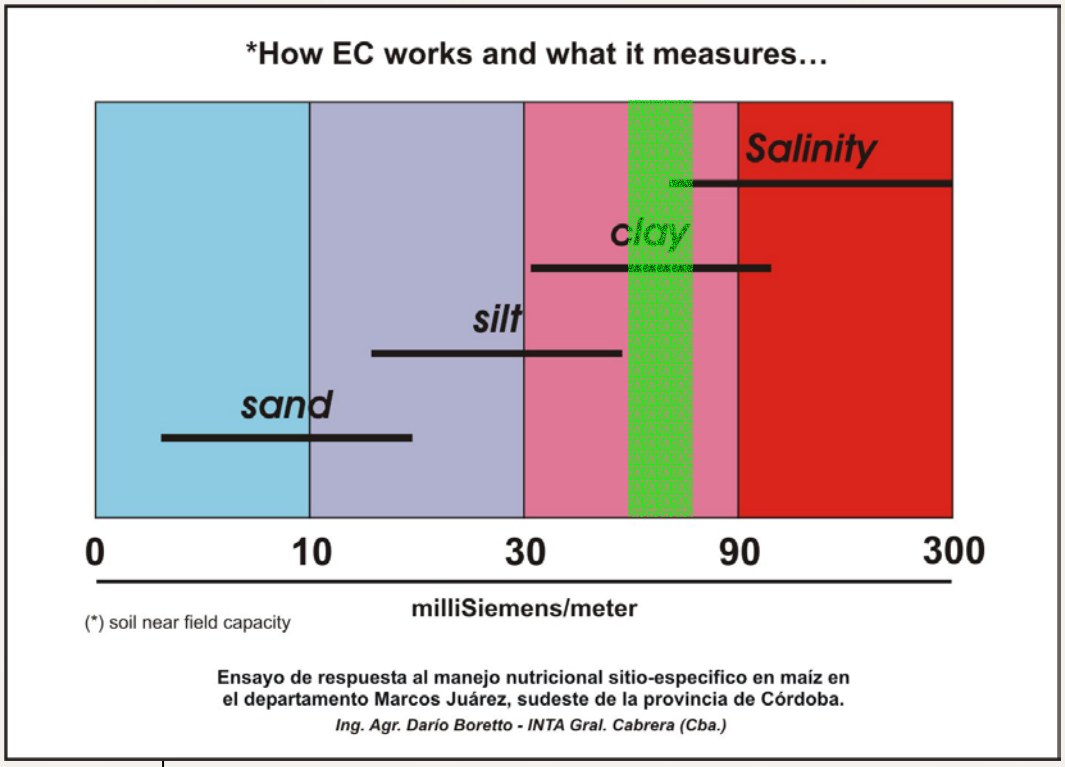
2- sectores de donde escurre el agua hacia la laguna.

3- sectores recuperables con aplicación de enmiendas.

4- posibilidad de conocer la superficie de cada situación.

Fuente: (2008) D. Boretto.

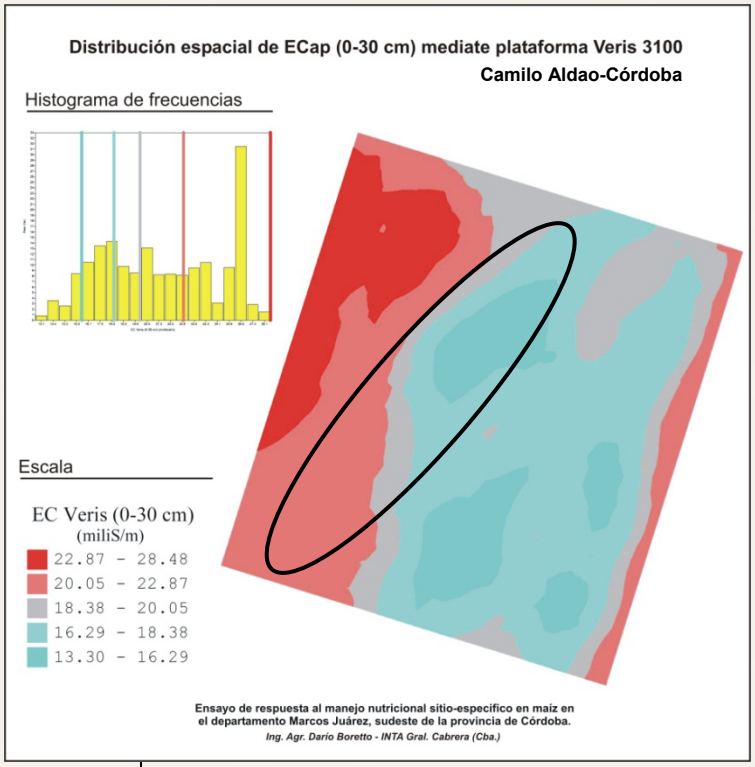




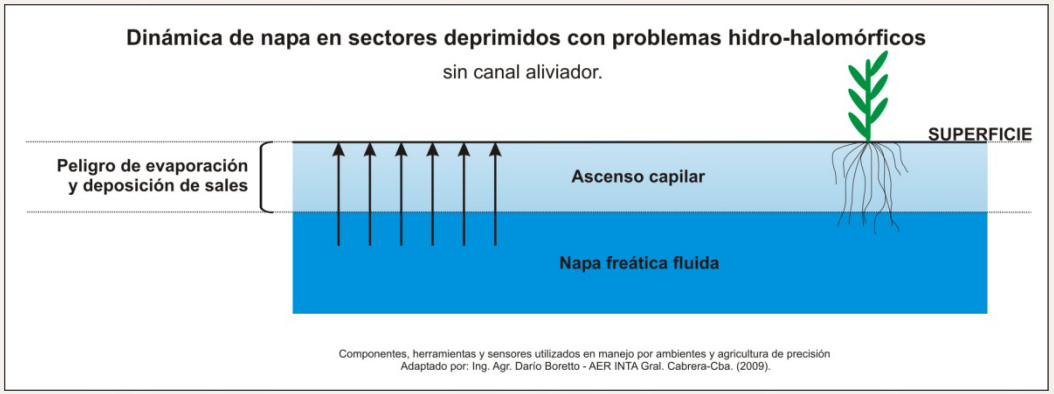
canal de drenaje o vía de escurrimiento natural: los mayores valores de ECap.

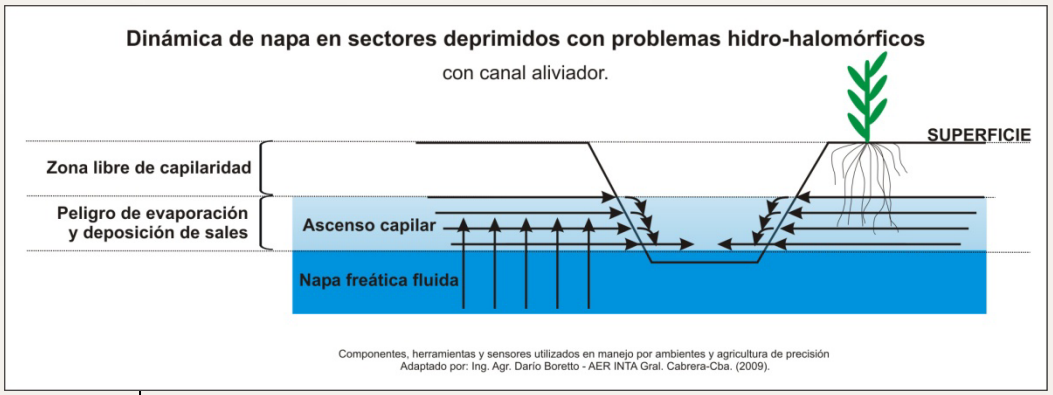
si bien la ECap en profundidad no es extremadamente alta, es suficiente para manifestar algún problema de salinidad en el sector.

Fuente: (2009) D. Boretto.



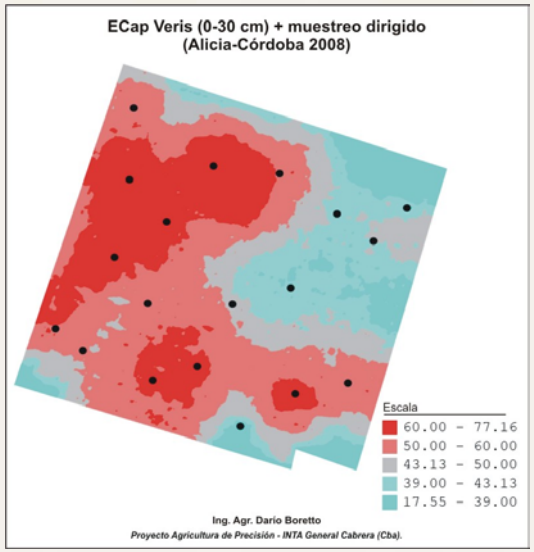
¿¿¿y donde esta el canal???

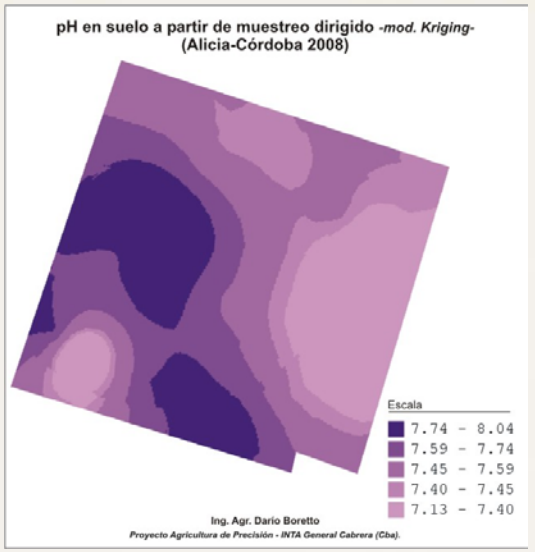


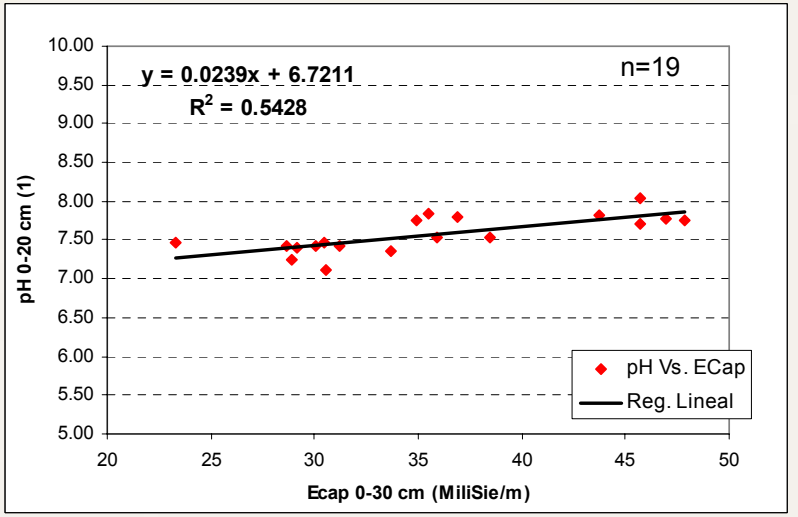


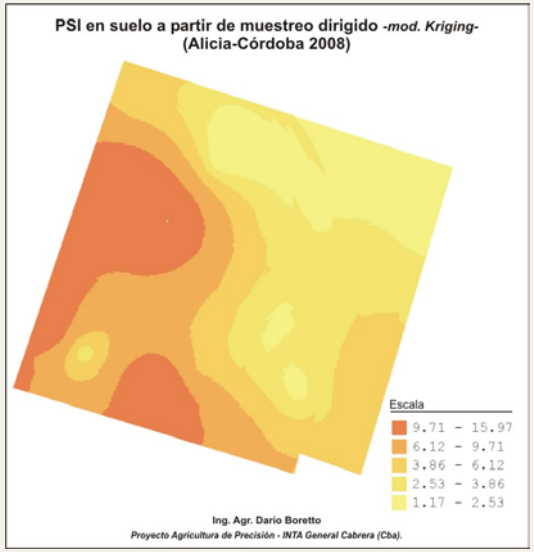
este patrón de distribución de ECap superficial nos indica que el canal colector no solo en drena el agua excedente, sino también las sales disueltas en ella.

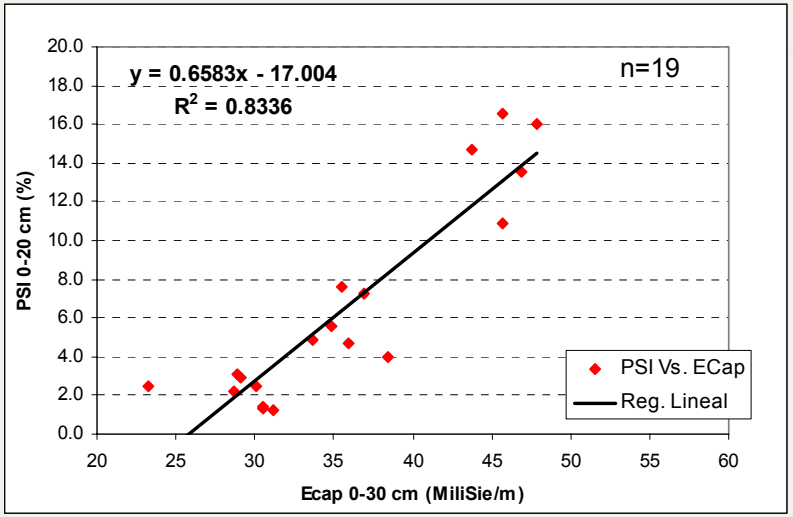
Fuente: (2009) D. Boretto.



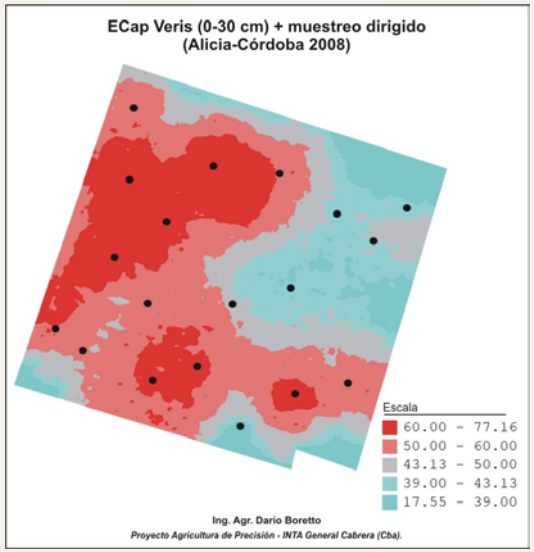


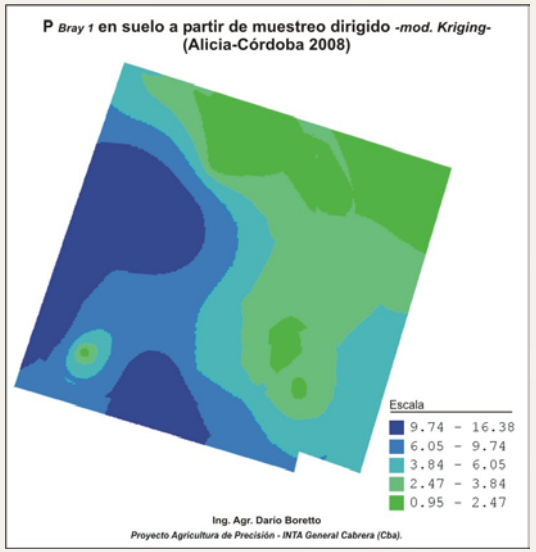


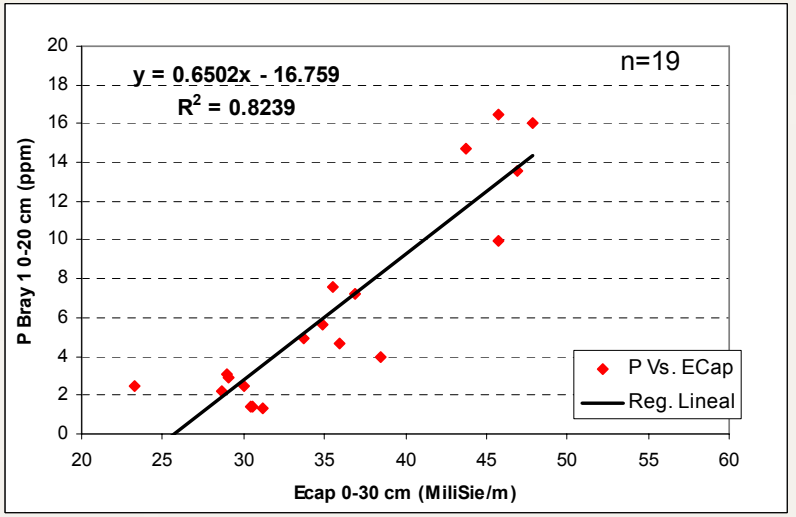


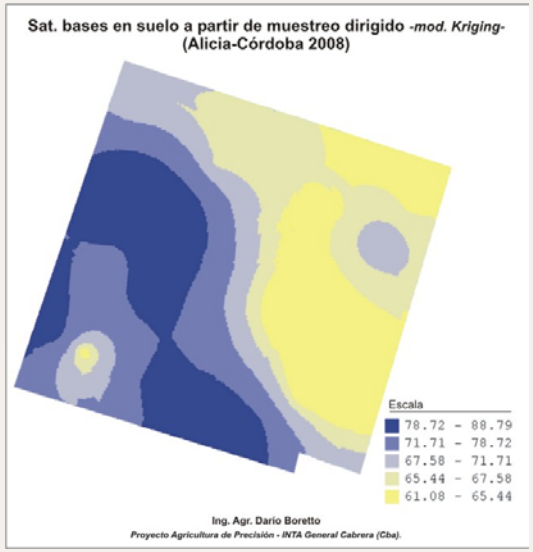


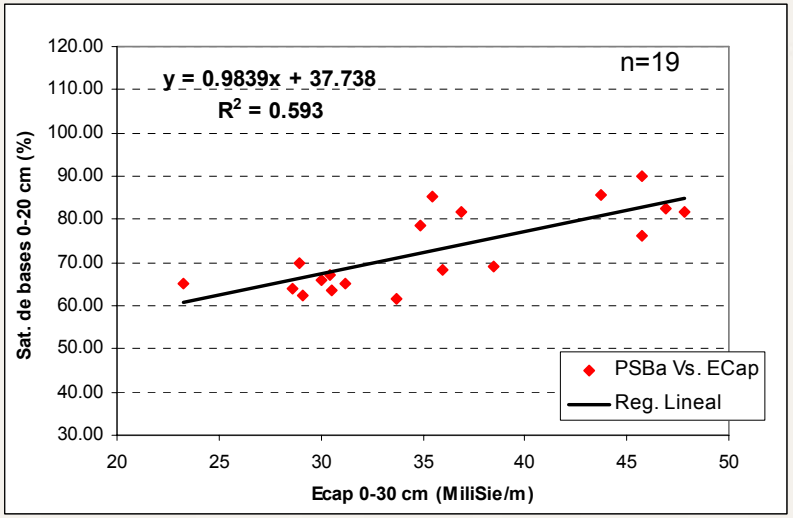
Fuente: (2008) D. Boretto.





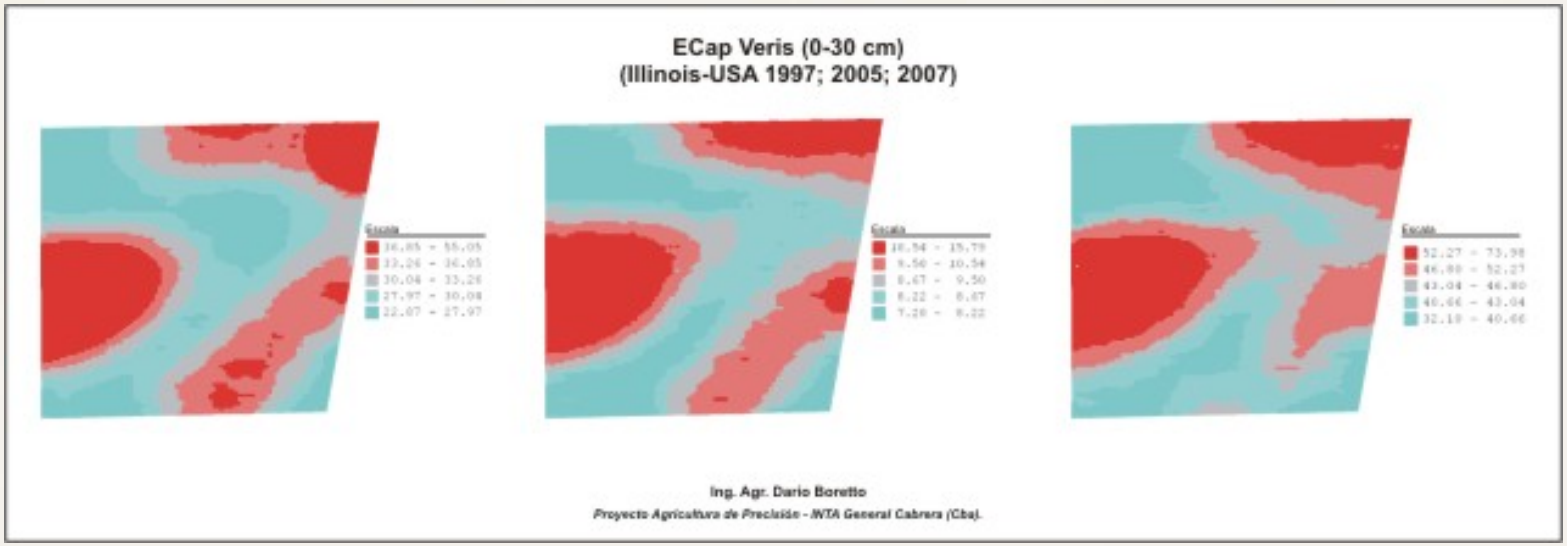


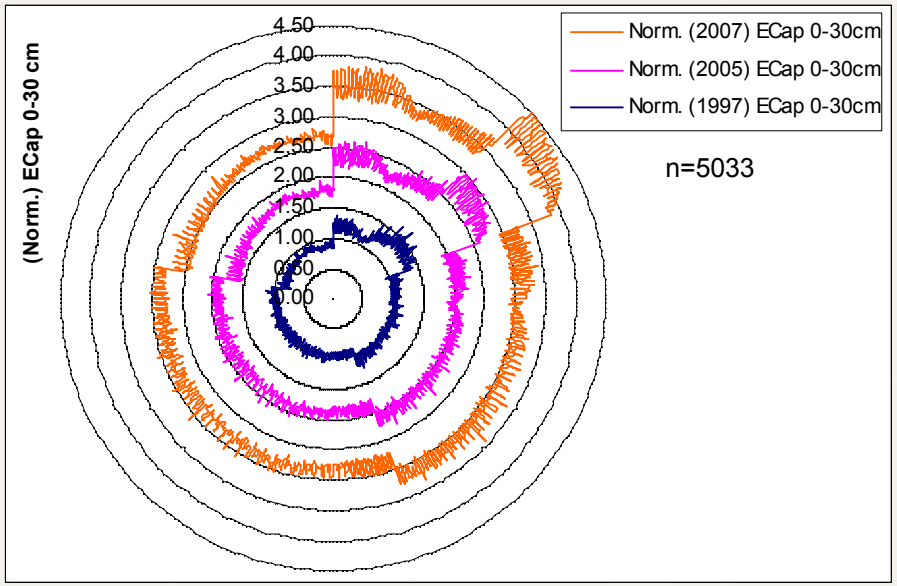




Fuente: (2008) D. Boretto.

estabilidad de los datos en espacio y tiempo





Fuente: (2010) D. Boretto; E. Lund.

Conclusiones:

ventajas

1- Veris nos permite acelerar el proceso de identificación de ambientes:

- **puede suplir la necesidad de poseer varios años de mapas de rendimiento para lograr MSE.**

2- Veris nos proporciona información inherente al suelo y no un resultado indirecto susceptible a ser alterado por otros factores.

- **permite detectar de forma más directa las limitantes y nos orienta mejor en la selección de lugares de muestreo *(muestreo dirigido).***

3- Veris nos brinda información importante a bajo costo pudiéndose considerarla una inversión.

- **el valor del análisis *(en muchos casos con altimetría DGPS incluida)* ronda los 8 a 12 u$s/ha, y muchas veces basta con hacerlo solo una vez.**

Conclusiones:

desventajas

1- Veris es una herramienta de diagnóstico de variabilidad edáfica *(no arroja resultado físicos de productividad ni de control de labor):*

- **no podemos calcular el rendimiento real de cada ambiente kg/ha (solo potencialidad).**
- **no es posible al mismo tiempo utilizarla como una herramienta de control *(Ej: monitor de rendimiento)* para corroborar velocidad y duración de la cosecha, producción parcial y total, etc.**

2- al igual que otras recursos, Veris es una herramienta muy importante para el diagnostico de variabilidad, pero debe ir siempre acompañada de otros medios *(mapas de rendimiento, imágenes satelitales, muestreos de suelo, etc).*

- **explica muy bien fuentes de variación a nivel de suelo, pero no a nivel de otras variables.**

esto fué todo!!!

muchas gracias por su atención !!!

Ing. Agr. Darío Boretto *(INTA Gral. Cabrera Cba.)*