

Tema 10

10.1. Cartografía Digital de Suelos: Antecedentes



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



PROGRAMA
**RESILIENCIA
CLIMÁTICA**
BOSQUES CAFETALEROS



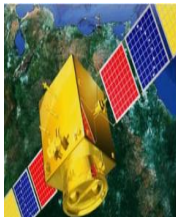
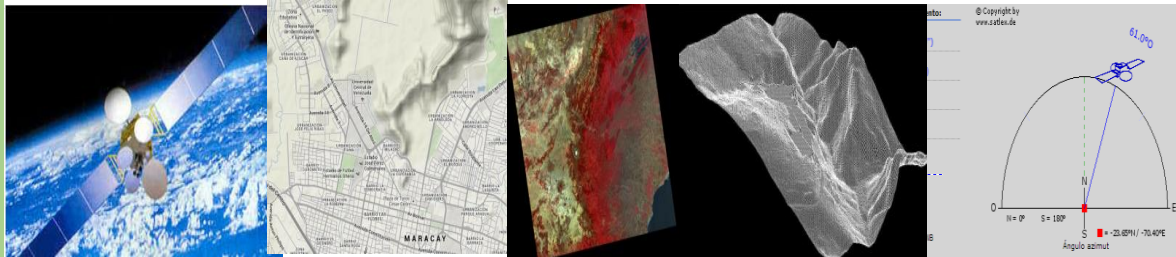
Banco Interamericano
de Desarrollo

Dr. Jesús A. Vilorio R.
Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Postgrado en Ciencia del Suelo

CONTENIDO

Tema 10.1 Cartografía digital de suelos: Antecedentes

- Introducción.
- Clasificación numérica de datos de suelo.
- Interpolación por kriging.
- Conjuntos borrosos.



Introducción

- 1) Instrumentos de detección proximal del suelo, como el radar de penetración y la inducción electromagnética.
 - 2) Datos electrónicos, como modelos digitales de elevación, LiDAR y datos de percepción remota.
 - 3) Nuevos métodos cuantitativos de análisis de datos,
- Estos cambios tecnológicos:

- Ofrecen nuevas opciones para analizar y modelar, cuantitativamente, la variabilidad espacial de las propiedades del suelo, y su relación con variables del entorno.
- Han conducido al desarrollo de la cartografía digital, como un nuevo enfoque de mapeo de suelos

Introducción

Las primeras aplicaciones de la tecnología digital al mapeo de suelos comenzaron en los decenios de 1960 y 70.

Consistieron principalmente en:

- Rutinas para automatizar operaciones de manejo de datos
- Intentos de clasificación numérica de datos de perfiles de suelo
- Esfuerzos por cuantificar la variabilidad espacial del suelo
- Evaluación de capacidad predictiva de mapas de suelo

El variograma

En la década de 1980 se introdujo el variograma como instrumento para describir cuantitativamente la variación espacial de propiedades del suelo (Burgess y Webster, 1980).

El variograma (o semivariograma) es una función que describe en forma gráfica y cuantitativa el comportamiento de los valores de la semivarianza de una variable regionalizada, en función de la distancia.

Se estima a partir de los puntos de muestreo mediante la ecuación:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i+h)]^2$$

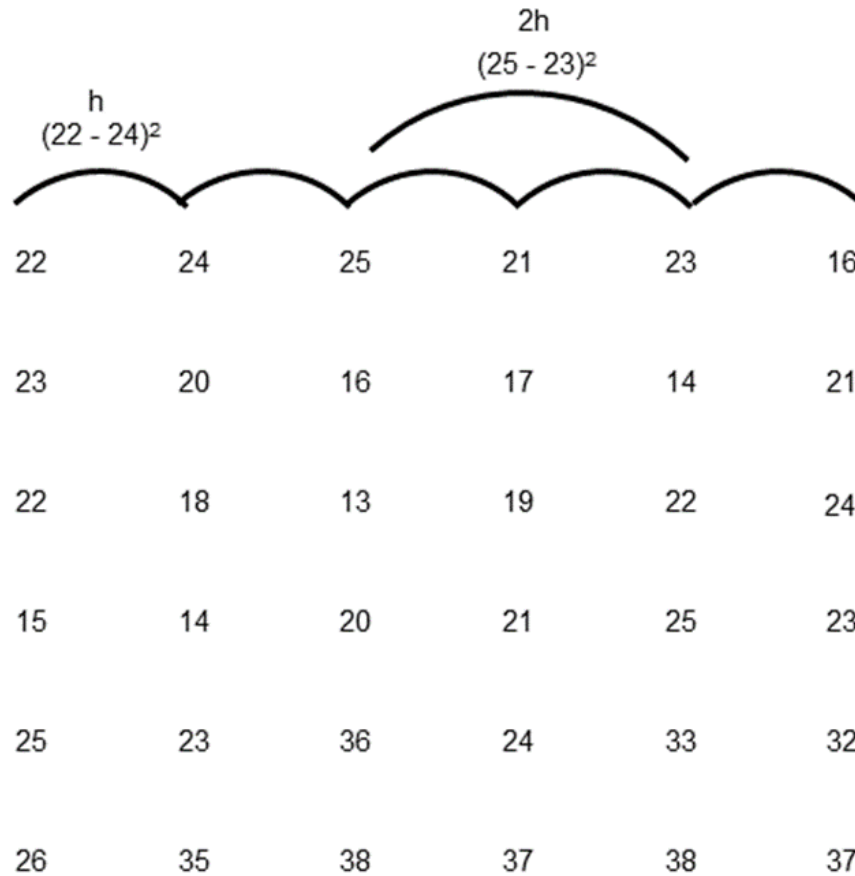
El variograma

Donde:

$z(x_i)$ y $z(x_i+h)$ son los valores medidos en dos puntos de muestreo cualesquiera separados por el vector h .

n es el número de pares $[z(x_i), z(x_i+h)]$ comparados a la distancia h .

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} n(h) \sum_{i=1}^{n(h)} [z(x_i) - z(x_{i+h})]^2$$



Si los puntos de
muestro están
distribuidos en forma
irregular, la
comparación entre
pares se hace con
cualquier punto
ubicado dentro de un
área definida por una
tolerancia lineal y
angular

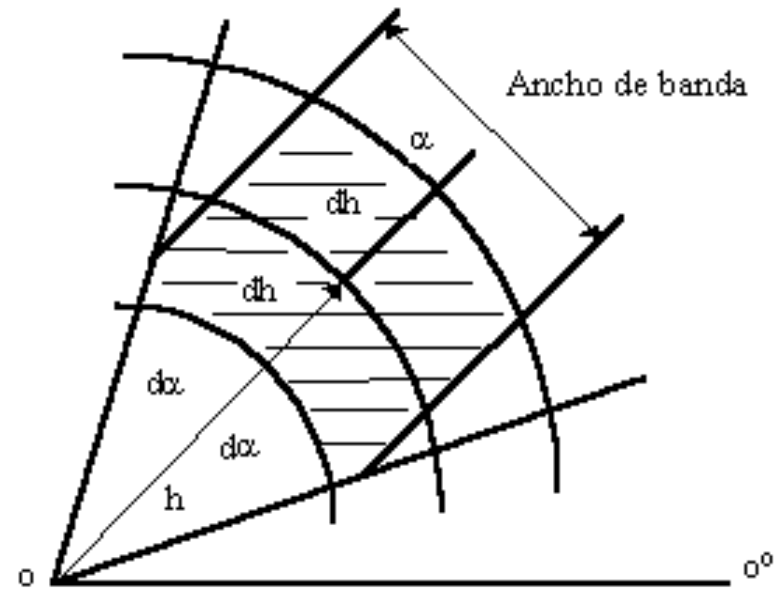
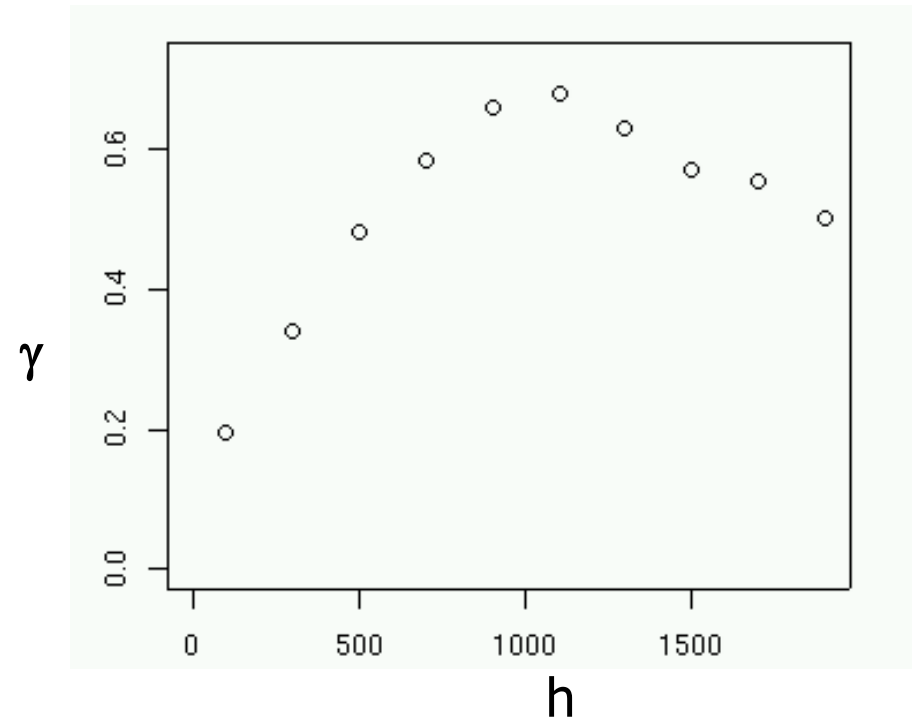
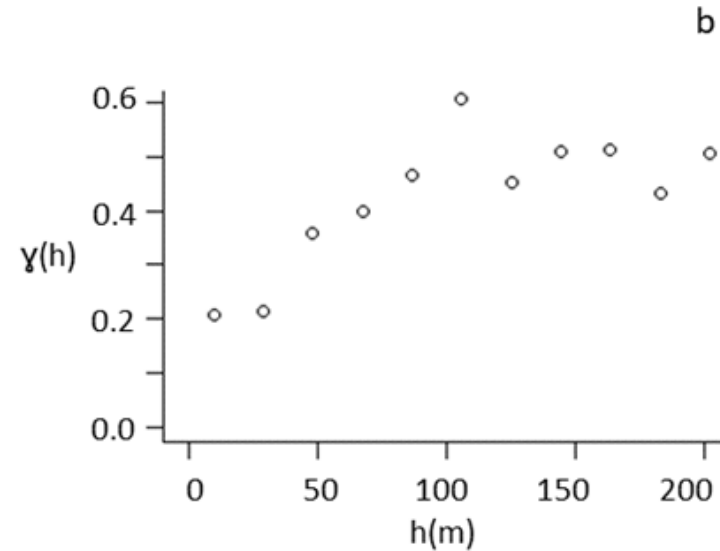
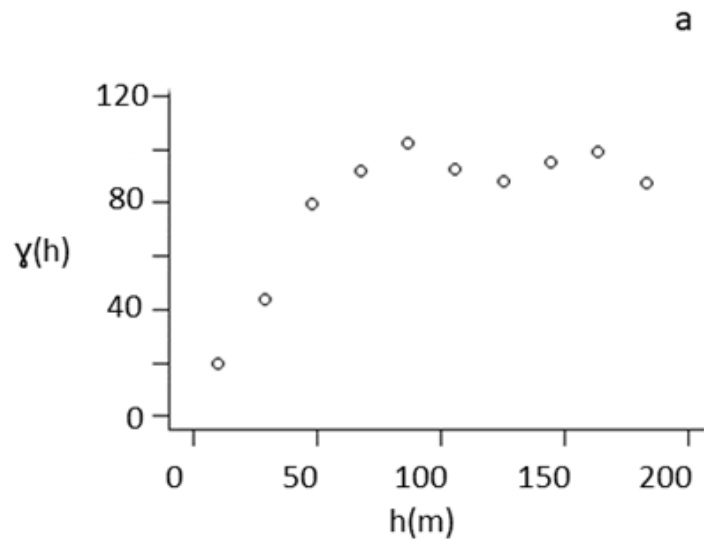


Figura 5: Espacio definido por las tolerancias y el ancho de banda

El Variograma Experimental

Un gráfico de los valores calculados de $\gamma(h)$ para cada valor de h produce un variograma experimental.

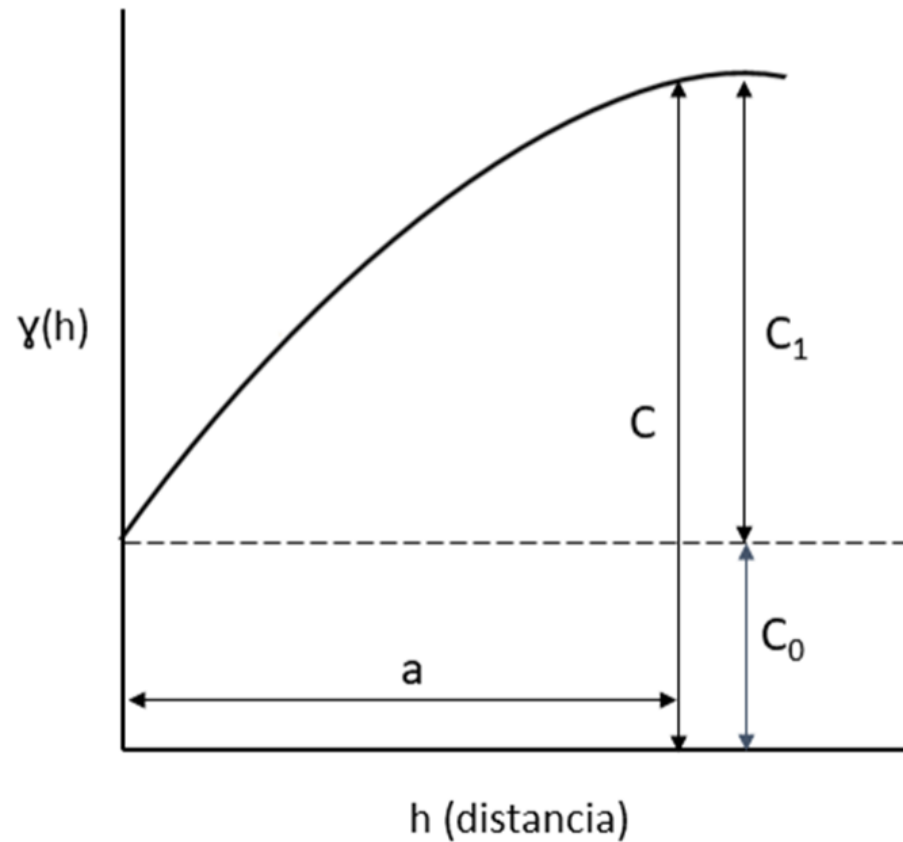




Variograma experimental de (a) % de arcilla y (b) % carbono orgánico, en el horizonte superficial del suelo de la Estación Experimental Montalbán, Carabobo, Venezuela.

Umbral y Alcance del Variograma

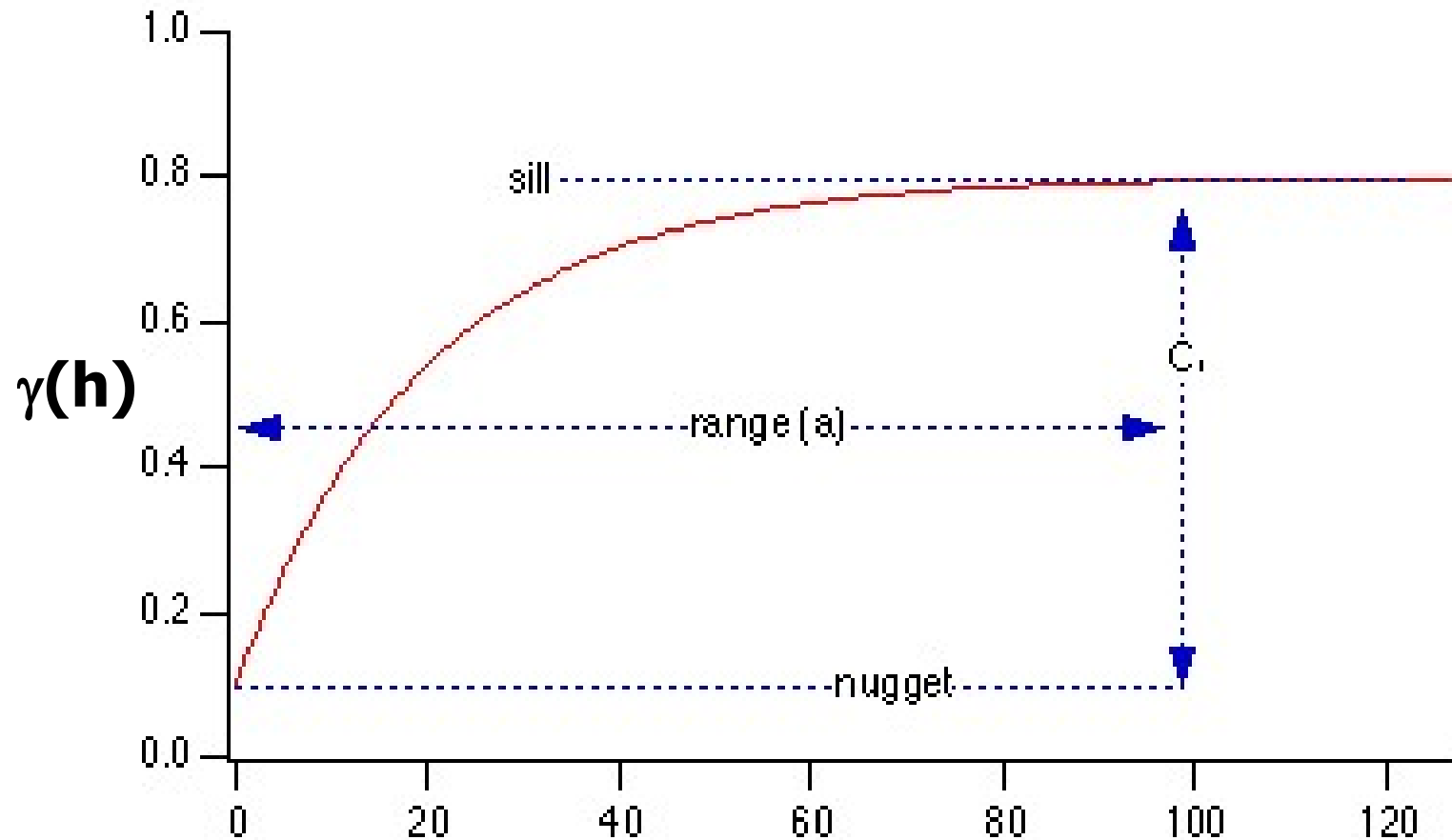
- En la mayoría de los variogramas $\gamma(h)$ aumenta hasta un valor máximo, a partir del cual se hace constante o tiende a decrecer.
- Ese valor máximo es conocido como el umbral o meseta (sill).
- La distancia a la cual se obtiene el valor máximo de $\gamma(h)$ es conocida como el alcance (range).



Parámetros de un variograma.

C : umbral (semivarianza máxima); C_0 : variación aleatoria; C_1 : variación sistemática; a : alcance o ámbito de dependencia espacial.

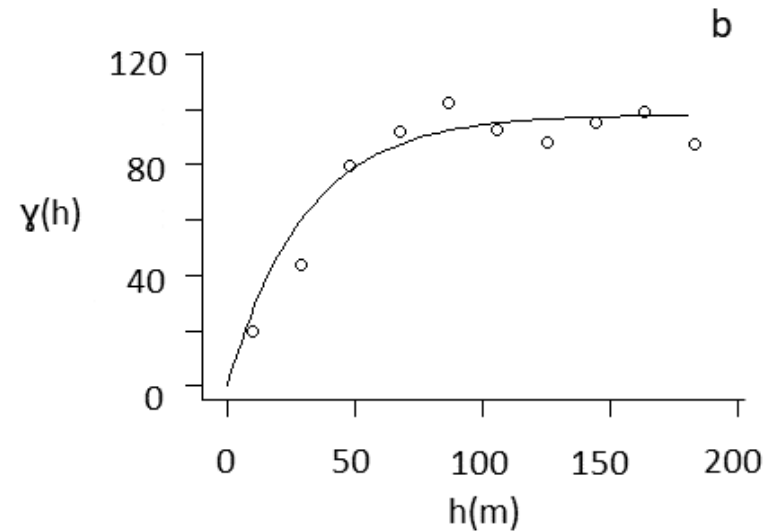
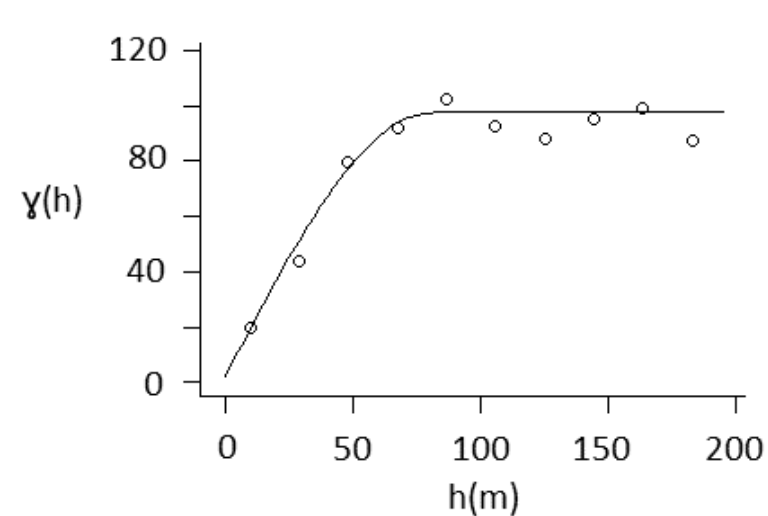
Parámetros del modelo numérico del variograma



C_1 : Umbral (sill)

C_0 : varianza aleatoria (nugget)

a: alcance (range)



Modelos de variograma del % de arcilla en el horizonte superficial del suelo de la Estación Experimental Montalbán, Carabobo, Venezuela.

(a) modelo esférico ($C = 95.19$; $C_0 = 2.25$; $a = 80.84$);

(b) modelo exponencial ($C = 98.08$; $C_0 = 0$; $a = 30.55$).

Interpolación por kriging

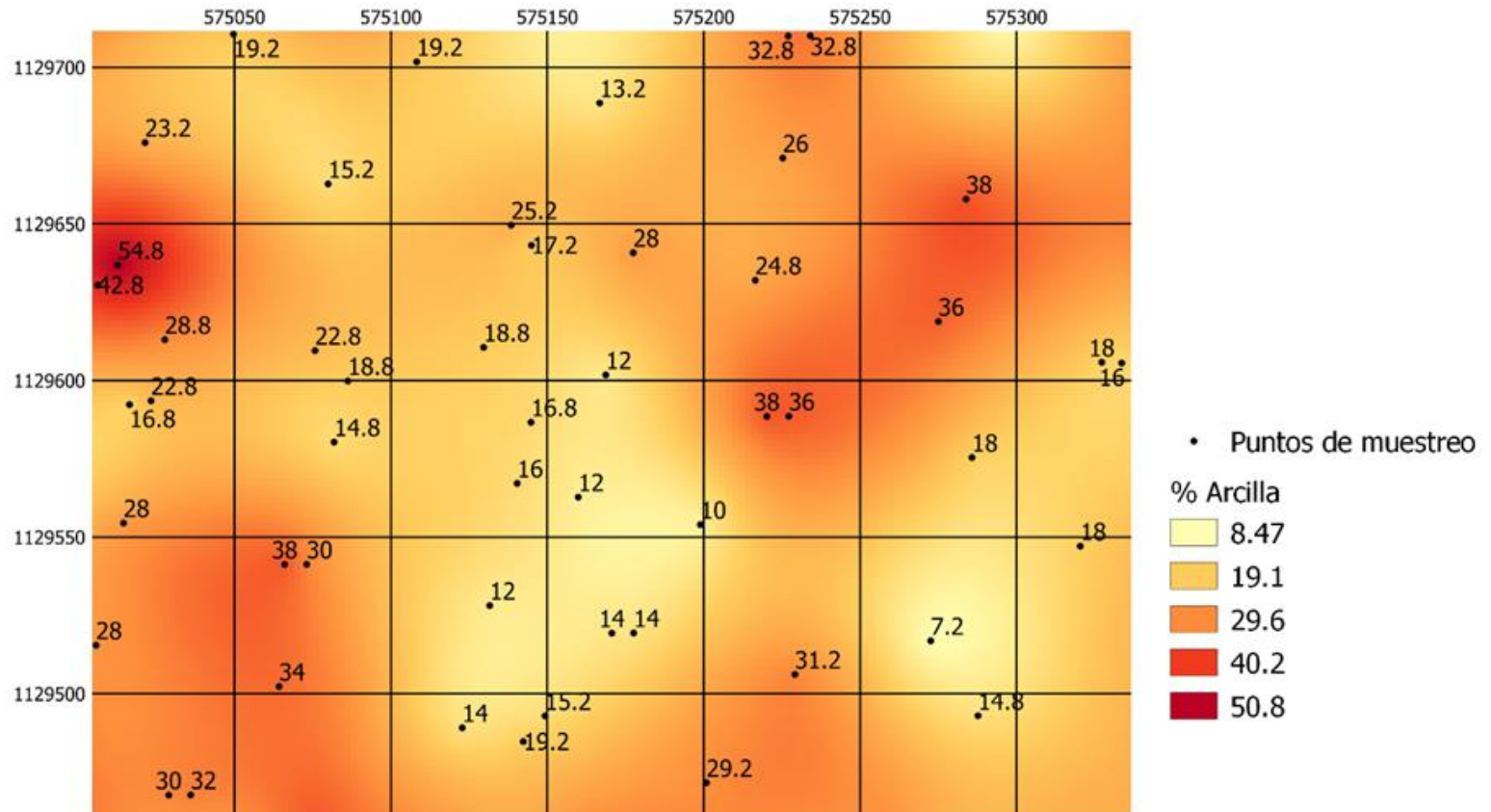
Kriging es un método de estimación local mediante el cual cada valor es estimado como un promedio ponderado de los valores observados en su vecindad.

Los pesos de los diferentes puntos de muestreo en el promedio ponderado son calculados con base en la información sobre la estructura de la variación espacial, que aporta el variograma de la variable interpolada.

Kriging predice la magnitud del error de predicción por medio de la varianza kriging.

El peso dado por kriging a cada observación es calculado de manera tal que el valor estimado sea exacto (sin sesgo) y la varianza de de kriging sea mínima.

Para esto, kriging toma en consideración la estructura de dependencia espacial de la propiedad estimada, expresada por el variograma.



Mapa de interpolación por kriging del porcentaje de arcilla en el horizonte superficial del suelo de la Estación Experimental Montalbán, estado Carabobo, Venezuela.

Interpolación por kriging

No obstante, kriging no es un procedimiento automático. El éxito en su aplicación depende de la validez de ciertos supuestos de estacionaridad estadística de la variable interpolada.

En particular, se debe cumplir la hipótesis intrínseca de la teoría de las variables regionalizadas para asegurar que el patrón de variación de la propiedad interpolada en el área considerada, o al menos, en la vecindad de interpolación, sea homogéneo.

La explicación matemática de los supuestos de estacionaridad de la variación es abstracta, pero su interpretación física es sencilla: la variación de la variable interpolada debe ser gradual, sin límites abruptos.

Interpolación por kriging

La hipótesis intrínseca establece que:

- i. El valor esperado de la variable z en cualquier sitio x debe ser su media aritmética.
- ii. Las diferencias entre valores en sitios separados por una distancia dada deben ser independientes de la localización real de los mismos y de los valores reales de la propiedad. Esas diferencias deben depender sólo de la distancia y dirección entre los sitios, para que puedan ser predichas adecuadamente por el variograma.

La primera condición implica que la variación debe ser gradual. No se puede interpolar a través de límites abruptos.

La segunda condición supone que el patrón de variación debe ser el mismo en toda el área considerada, para que pueda ser descrito adecuadamente por el variograma.