

Maapeo del suelo a nivel de finca con métodos Geoestadísticos: Estudio de caso en el Valle del Cauca



Jaime Lozano (jlozano3899@gmail.com), Germán Lema (g.lema@cgiar.org), Glenn Hyman (g.hyman@cgiar.org) y Edgar Amézquita (e.amezquita@cgiar.org)

Introducción

La agricultura de precisión es una herramienta útil para el uso eficiente, racional y sostenible de los recursos destinados al sector agropecuario. En las tierras planas del Valle del Cauca, Colombia, la práctica de la agricultura de precisión está limitada debido a la poca disponibilidad de datos requeridos para su aplicación, por falta de conocimientos metodológicos y de inversión. Los estudios detallados son muy costosos y se desconoce el tipo de diseño de muestreo que se debe emplear para las condiciones particulares de suelos del Valle del Cauca, incluyendo el número de muestras representativas y los parámetros que se deben utilizar.

Para contribuir en la solución de estas limitaciones se estudió la distribución geoespacial de propiedades físicas y químicas en suelos de la estación experimental del CIAT. Se analizó la base de datos de suelos que el CIAT posee desde hace 35 años (Howeler, 1986), junto con estudios más actualizados. Se buscó la interpolación más precisa empleando métodos como Kriging, Cokriging y la Distancia Inversa Ponderada, probando diferentes opciones dentro de cada uno de ellos para buscar el más adecuado. Se analizó estadísticamente el error de interpolación variando la cantidad de muestras en busca del método óptimo.

Objetivo

Determinar la densidad correcta de muestreo y escoger el método más adecuado para la elaboración de mapas de las características (químicas y físicas) de los suelos en tierras planas del Valle del Cauca.

Materiales y Métodos

Materiales:

PC's, Geoestadistical Analyst, ArcGis, Hawth's Analyst Tools, Base de datos de Howeler (1800 datos tomados a una distancia de 50 m, en el año 1971 en la granja CIAT).

Métodos:

Para las variables Manganeseo, Calcio, Magnesio, CIC, Limo y Arcilla se seleccionó, sistemáticamente al azar, el 25 % de los 1800 datos de Howeler (Figura 1). Se dividió la base de datos en 18 grupos de 100 datos cada uno y de cada grupo se seleccionaron 25 puntos al azar, logrando de esta manera que los puntos escogidos estuvieran distribuidos a través de la granja CIAT.

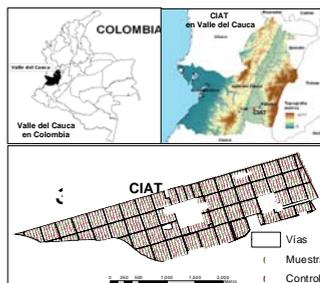


Figura 1. Mapa del CIAT con la distribución de los 1800 puntos de muestreo del estudio de Howeler

Esta muestra de 450 datos se usó en el presente estudio y los 1350 datos restantes se utilizaron como control.

Se comparó el desempeño de diferentes métodos de interpolación tomando como criterio el *Root Mean Square*.

Los métodos de interpolación que se compararon fueron: El Determinístico: *Inverse Distance Weight*, y los Probabilísticos: *Kriging* y *Co-Kriging*. Dentro de los dos últimos se compararon los modelos Esférico, Gaussiano y Circular.

Resultados

➤ *Inverse Distance Weight* (IDW) fue el método de interpolación que mostró las mejores predicciones para todas las variables (Tabla 1, 2 y 3).

➤ Se puede optimizar el Exponente (Power) en el método de la *Inverse Distance Weight* (Tabla 1).

➤ La distancia (Lag) óptima entre puntos para la variable Magnesio (Mg) fue de 160 m. (Figura 2).

➤ El modelo esférico fue el mejor dentro de la interpolación con Kriging para Mg. (Tabla 2).

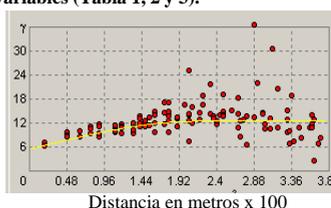


Figura 2. Semivariograma para la variable Mg, con lag (316.7) y número de lags (12), por defecto.

Exponente	Vecinos				Promedio				Raíz cuadrada del cuadrado medio del error		Tipo de pendiente
	Vecinos Incluidos	Incluido	Ángulo	Semi-éje Mayor	Semi-éje Menor	Modo del Sector	Muestra	Control	Muestra	Control	
1	7	7	0	1417.9	1417.9	0	0.0210	-0.1447	1.9080	1.9440	1
1	15	10	0	1417.9	1417.9	0	0.0324	-0.1355	2.0260	2.0550	1
1	20	10	0	1417.9	1417.9	0	0.0496	-0.1366	2.0840	2.1060	1
2.5623	20	10	0	1417.9	1417.9	0	0.0175	-0.1452	1.8540	1.8750	1
2.5623	15	10	0	1417.9	1417.9	3	0.0125	-0.1399	1.8550	1.8660	1
2.5623	7	7	0	1417.9	1417.9	0	0.0074	-0.1338	1.8550	1.8540	1
6	20	10	0	1417.9	1417.9	0	-0.0335	-0.1207	2.0000	1.9650	1
6	15	10	0	1417.9	1417.9	0	-0.0341	-0.1241	2.0090	1.9680	1
6	7	7	0	1417.9	1417.9	0	-0.0332	-0.1224	2.0140	1.9700	1

Tabla 1. Simulación para Magnesio comparando tres valores de *Exponente Weight* dentro del método de interpolación *Inverse Distance Weight*.

Modelo	Tamaño de la distancia (Lag)	Raíz cuadrada del cuadrado medio del error	# Lags	Modelo	Tamaño de la distancia (Lag)	Raíz cuadrada del cuadrado medio del error	# Lags	Modelo	Tamaño de la distancia (Lag)	Raíz cuadrada del cuadrado medio del error	# Lags
Sférico	1000	2.145	7	Circular	1000	2.166	7	Gaussiano	1000	2.278	7
Sférico	600	2.144	7	Circular	600	2.157	7	Gaussiano	600	2.283	7
Sférico	300	2.116	7	Circular	300	2.159	7	Gaussiano	300	2.278	7
Sférico	150	1.935	7	Circular	150	1.953	7	Gaussiano	150	2.038	7
Sférico	50	1.832	7	Circular	50	1.848	7	Gaussiano	50	1.866	7
Sférico	1000	2.145	12	Circular	1000	2.166	12	Gaussiano	1000	2.278	12
Sférico	600	2.144	12	Circular	600	2.155	12	Gaussiano	600	2.281	12
Sférico	300	2.124	12	Circular	300	2.137	12	Gaussiano	300	2.277	12
Sférico	150	2.096	12	Circular	150	2.123	12	Gaussiano	150	2.231	12
Sférico	50	1.984	12	Circular	50	1.971	12	Gaussiano	50	1.915	12
Sférico	1000	2.145	20	Circular	1000	2.166	20	Gaussiano	1000	2.278	20
Sférico	600	2.144	20	Circular	600	2.155	20	Gaussiano	600	2.281	20
Sférico	300	2.110	20	Circular	300	2.134	20	Gaussiano	300	2.268	20
Sférico	150	2.120	20	Circular	150	2.131	20	Gaussiano	150	2.281	20
Sférico	50	1.888	20	Circular	50	1.914	20	Gaussiano	50	1.983	20

Tabla 2. Simulación para Magnesio comparando tres modelos dentro del método de interpolación Kriging.

Variable	Inverse Distance Weight (IDW)		Kriging	
	Muestra	Control	Muestra	Control
Mg	1.855	1.868	1.863	1.901
Mn	18.820	15.310	19.770	16.690
Ca	2.425	2.729	2.824	2.951
CIC	3.222	3.522	3.890	4.073
Limos	3.480	4.360	4.032	4.811
Arcilla	4.715	5.558	5.088	5.763
M. O.	0.709	0.770	0.733	0.753

Tabla 3. Raíz cuadrada del cuadrado medio del error de *Inverse Distance Weight* y *Kriging*.

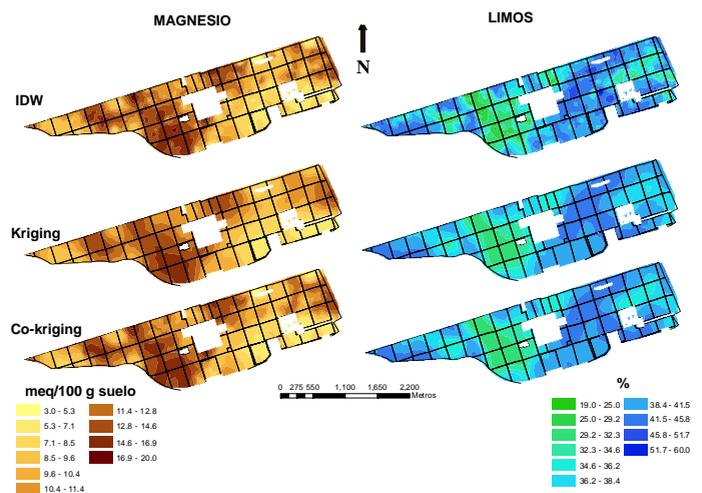


Figura 3. Mapas de interpolación de Magnesio y Limos por *Inverse Distance Weight*, *Kriging* y *Cokriging*

Conclusiones

- ✓ Para un estudio detallado de propiedades químicas y físicas de suelos no es necesario utilizar la densidad de puntos que usó Howeler.
- ✓ Para las variables de este estudio los métodos Determinísticos funcionaron mejor que los Probabilísticos, posiblemente por el método y la densidad del muestreo.
- ✓ Se deben considerar los usos y las intervenciones llevados a cabo en los últimos 30 años para el desarrollo de futuros levantamientos.

Bibliografía

HOWELER, R. H. Los suelos del Centro Internacional de Agricultura Tropical en Palmira, Colombia. Cali: CIAT, 1986. Iv.; ilus. (Documento de Trabajo No. 16).