ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN.....II

ÍNDICE GENERAL.....III

ABREVIATURAS.....IV

SIMBOLOGÍA.....V

ÍNDICE DE FIGURAS.....VI

ÍNDICE DE TABLAS.....VII

ÍNDICE DE PLANOS.....VIII

INTRODUCCIÓN.....1

CAPÍTULO 1

1. ESTUDIO DE SUELOS CON FINES AGRÍCOLAS.....2

1.1. Generalidades.....2

1.2. Descripción del Suelo Agrícola.....4

1.2.1. Muestreo del Suelo.....5

1.2.2. El Perfil del Suelo.....5

1.3. Evaluaciones Cualitativas.....7

1.3.1. Estructura.....7

1.3.2. Espesor.....8

1.3.3. Color.....8

1.3.3.1. Evaluación del Color.....10

1.4. Evaluaciones Cuantitativas 11

1.4.1. Densidad.....11

1.4.2. Porosidad.....12

1.4.3. Temperatura.....12

1.5 Textura del Suelo.....12

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL DE LA GEOESTADÍSTICA.....14

2.1. Introducción.....14

2.2. Reseña Histórica.....15

2.3. Geoestadística.....18

2.4. Análisis de Datos Espaciales.....19

2.5. Variable Regionalizada.....20

2.6. Variograma.....21

2.6.1. Cálculo del Variograma.....22

2.6.2. Modelos Teóricos del Variograma.....24

2.7. Anisotropía.....28

2.7. Kriging.....29

2.8.1. Métodos de Estimación del Kriging.....31

2.8.1.1.Kriging Ordinario.....31

2.8.1.2. Kriging Simple.....31

2.8.1.3. Kriging de Punto.....32

2.8.1.4. Kriging de Bloque.....32

2.8.2. Efecto del Rango en las Estimaciones.....33

2.8.3. Efecto del modelo en las Estimaciones.....33

2.8.4. Efecto del Sill en las Estimaciones.....33

2.8.5. Error de Estimación.....34

2.8.6. La Varianza en la Estimación.....34

CAPÍTULO 3

3. HERRAMIENTA UTILIZADA PARA EL ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO..36

3.1. Introducción.....36

3.2. Tipos de Software.....36

3.3. Descripción de los Software a Utilizar.....37

3.3.1. Surfer 8.0.....37

3.3.2. Geoeas 1.2.1.....38

CAPÍTULO 4

4. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO (VILLINGOTA - ZAPOTAL).....40

4.1. Introducción.....40

4.2. La Zona de Estudio Villingota – Zapotal.....40

4.3. Estudios de Suelos con Fines Agrícolas.....42

4.4. Características Químicas de los Suelos.....43

4.5. Cultivos.....51

CAPÍTULO 5

5. DISEÑO Y RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA.....53

5.1. Introducción.....53

5.2. Descripción de las Variables.....53

5.2.1. Variables Observadas.....54

5.2.1.1. Variables Cualitativas.....54

5.2.1.2. Variables Cuantitativas.....62

5.2.2. Variables de Interés.....65

5.3. Método de la Obtención de los Datos.....66

5.3.1. Método de Muestreo Aplicado.....67

CAPÍTULO 6

6. APLICACIÓN DE LA GEOESTADÍSTICA EN EL SECTOR DE VILLINGOTA – ZAPOTAL.....68

6.1. Introducción.....68

6.2. Análisis Univariado.....69

6.2.1. Histogramas.....74

6.3. Análisis Bivariado.....79

6.3.1. Análisis de Dependencia.....79

6.4. Análisis Geoestadístico.....82

6.5. Interpretación de los Resultados.....145

6.5.1. Niveles de Concentración que posee el Suelo según las Estimaciones.....146

6.5.2. Tipos de Cultivos Aptos para la Zona de Estudio, según las Características del Suelo.....150

CAPÍTULO 7

7. Conclusiones y Recomendaciones.....160

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

A	Horizonte que contiene MO, como humus
A	Arcilla
Agrc.	Agricultura.
Ah	Acumulación MO descompuesta.
AL	Arcillo Limoso
B	Horizonte mineral, de acumulación de sustancias lavadas a través del horizonte anterior.
Bt	Presencia de cutanes de arcilla en el horizonte B.
Bt1	Posición horizonte Bt (más superficial).
C	Conformado por material poco alterado, del que procede la fracción mineral del suelo.
C. E.	Conductividad Eléctrica
C. I. C.	Capacidad de Intercambio de Cationes.
C1	Posición horizonte C con respecto a superficie del terreno.(más superficial que C2).
C2	Posición horizonte C con respecto a superficie del terreno.
Ca	Calcio
cm.	Centímetros
Coef.	Coeficiente.
Deb.	Débilmente
e. d.	Es decir
exp	Exponencial
F	Franco
FA	Franco Arcilloso
FAAr	Franco Arcillo Arenoso.
FAL	Franco Arcillo Limoso
FAr	Franco Arenoso
FL	Franco Limoso
Fuert.	Fuertemente

Ganad.	Ganadería
Gr.	Gramo
INAMHI	Instituto Nacional de Metereología e hidrología
Inter.	Interpretación
Interc.	Intercambio.
K	Potasio
Kg.	Kilogramo.
Lig.	Ligeramente
Máx.	Máximo
Medn.	Mediana
Meq.	Miliequivalentes
Mg	Magnesio
Min.	Mínimo
MO	Materia Orgánica
Moderadmt.	Moderadamente
Mmhos.	Millimhos
Na	Sodio
p. ej.	Por ejemplo
pH	Potencial de Hidrógeno
Prom.	Promedio
Rang.	Rango
TC.	Typic Camborthid
TP	Typic Paleargid
TT	Typic Torriorthent
TTo	Typic Torrifluvent
Var.	Varianza
VC.	Vetic Camborthid
VT	Vertic Torrifluvent

SIMBOLOGÍA

% Na	Sodio Intercambiable
$2\hat{\gamma}(h)$	Estimación del variograma
2?(h)	Variograma
A	Horizonte de perfil
a	Menor rango de anisotropía
$a_?$	Rango
a_F	Mayor rango de anisotropía
B	Horizonte de perfil
C	Horizonte de perfil
C1	Escala
Co	Efecto Nugget
Fe_2O_3	Oxido férrico
FeO	Oxido ferroso
h	Distancia
N(h)	Número de pares
R^3	Espacio en 3 dimensiones
R^n	Espacio n-dimensional
x	Punto muestral
Z(x)	Variable Regionalizada
z(x)	Valor de la función en el punto *x*
$\hat{\gamma}(h)$	Estimación del semivariograma
?(h)	Semivariograma
?	Angulo de dirección
?	Peso asignado
S	Sumatoria
F	Angulo de dirección

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.5. Triángulo de Texturas.....13

Figura 2.6. Gráfico de Variograma.....22

Figura 2.6.1. Construcción del Variograma desde Datos Muestrales.....23

Figura 2.6.2.1. Gráfico Modelo Esférico.....25

Figura 2.6.2.2. Gráfico Modelo Exponencial.....26

Figura 2.6.2.3. Gráfico modelo Gaussiano.....27

Figura 2.6.2.4. Gráfico Modelo Lineal.....28

Figura 2.7.A. Rosa Elíptica.....29

Figura 2.7.B. Círculo Isotrópico.....29

Figura 2.8.2. Representación Técnica Punto Kriging.....32

Figura 4.2. Gráfico dirección de Vientos.....41

Figura 4.2.1. Zona de Villingota – Zapotal.....42

Figura 6.4.pH.1. Concentración de pH en cada Unidad de Observación.....83

Figura 6.4.pH.2. Representación del Variograma Exponencial.....84

Figura 6.4.pH.3.Estimaciones del Nivel de pH.....85

Figura 6.4.pH.4. Nivel de pH en las Estimaciones.....87

Figura 6.4.pH.5. Residuales de las Estimaciones.....88

Figura 6.4.pH.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....89
Figura 6.4.CE.1. Concentración de CE en cada Unidad de Observación.....90
Figura 6.4.CE.2. Representación del Variograma Lineal.....91
Figura 6.4.CE.3. Estimaciones del Nivel de CE.....92
Figura 6.4.CE.4. Nivel de CE en las Estimaciones.....94
Figura 6.4.CE.5. Residuales de las Estimaciones.....95
Figura 6.4.CE.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....96
Figura 6.4.CIC.1. Concentración de CIC en cada Unidad de Observación...97
Figura 6.4.CIC.2. Representación del Variograma Esférico.....98
Figura 6.4.CIC.3. Estimaciones del Nivel de CE.....99
Figura 6.4.CIC.4. Nivel de CIC en las Estimaciones.....101
Figura 6.4.CIC.5. Residuales de las Estimaciones.....102
Figura 6.4.CIC.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....103
Figura 6.4.MO.1. Concentración de MO en cada Unidad de Observación..104
Figura 6.4.MO.2. Representación del Variograma Lineal.....105
Figura 6.4.MO.3. Estimaciones del Nivel de MO.....106
Figura 6.4.MO.4. Nivel de MO en las Estimaciones.....108
Figura 6.4.MO.5. Residuales de las Estimaciones.....109
Figura 6.4.MO.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....110
Figura6.4.Na.1. Concentración de % Na en cada Unidad de Observación.....111
Figura 6.4.Na.2. Representación del Variograma Esférico.....112

Figura 6.4.Na.3. Estimaciones del Nivel de % Na.....113
Figura 6.4.Na.4. Nivel de %Na en las Estimaciones.....114
Figura 6.4.Na.5. Residuales de las Estimaciones.....115
Figura 6.4.Na.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....116
Figura 6.4.K.1. Concentración de K en cada Unidad de Observación.....118
Figura 6.4.K.2. Representación del Variograma Esférico.....119
Figura 6.4.K.3. Estimaciones del Nivel de K.....120
Figura 6.4.K.4. Nivel de K en las Estimaciones.....122
Figura 6.4.K.5. Residuales de las Estimaciones.....123
Figura 6.4.K.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....124
Figura 6.4.Ca.1. Concentración de Ca en cada Unidad de Observación.....125
Figura 6.4.Ca.2. Representación del Variograma Esférico.....126
Figura 6.4.Ca.3. Estimaciones del Nivel de Ca.....127
Figura 6.4.Ca.4. Nivel de Ca en las Estimaciones.....129
Figura 6.4.Ca.5. Residuales de las Estimaciones.....130
Figura 6.4.Ca.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....131
Figura 6.4.Mg.1. Concentración de Mg en cada Unidad de Observación....132
Figura 6.4.Mg.2. Representación del Variograma Exponencial.....133
Figura 6.4.Mg.3. Estimaciones del Nivel de Mg.....134
Figura 6.4.Mg.4. Nivel de Mg en las Estimaciones.....135
Figura 6.4.Mg.5. Residuales de las Estimaciones.....136
Figura 6.4.Mg.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....137

Figura 6.4.BI.1. Concentración de BI en cada Unidad de Observación.....138

Figura 6.4.BI.2. Representación del Variograma Exponencial.....139

Figura 6.4.BI.3. Estimaciones del Nivel de BI.....140

Figura 6.4.BI.4. Nivel de BI en las Estimaciones.....142

Figura 6.4.BI.5. Residuales de las Estimaciones.....143

Figura 6.4.BI.6. Desv. Estándar de las Estimaciones.....144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.4.1. Valores de pH que posee el Suelo.....44

Tabla 4.4.2. Valores de Ce que posee el Suelo.....45

Tabla 4.4.3. Valores de MO que posee el Suelo.....46

Tabla 4.4.4. Valores de CIC que posee el Suelo.....47

Tabla 4.4.5. Valores de % Na que posee el Suelo.....48

Tabla 4.4.6. Valores de K que posee el Suelo.....49

Tabla 4.4.7. Valores de Ca que posee el Suelo.....50

Tabla 4.4.8. Valores de Mg que posee el Suelo.....51

Tabla 4.5. Cultivos Nativos de la Zona.....52

Tabla 5.2.1.1. Clasificación para la Pendiente.....56

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Mapa índice de la zona Villingota – Zapotal

Plano 2 Morfopedológico.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata sobre la “Geoestadística Aplicada a la Clasificación de Suelos para Cultivos”, se cuenta con datos del análisis químico, realizado para el suelo de la zona de Villingota – Zapotal, efectuado en el mes de Julio de 1997.

La finalidad de este estudio, es determinar los tipos de cultivos que son aptos para esta zona, utilizando las teorías y técnicas científicas, que componen la Geoestadística.

Este tipo de análisis es realizado con fines agrícolas, ya que tiene el propósito de determinar los niveles de nutrimentos que contiene el suelo y que van a servir como una pauta para la elección de los cultivos.

Teniendo en consideración que el Ecuador es un País Agrícola por naturaleza, se demuestra por medio de este estudio la capacidad que posee el suelo de nuestro País, para poder sembrar un sin numero de cultivos, ya que el suelo cuenta con los recursos necesarios para poder desarrollar las más diversas variedades de cultivos.