

ÍNDICE GENERAL

	Página.
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. El Problema	
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Objetivos de la Investigación.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
1.3 Justificación.....	5
1.4 Delimitación.....	6
CAPÍTULO II. Marco Teórico	
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Bases Teóricas.....	9
2.2.1 El Suelo.....	9
2.2.2 Definición de Muestreo.....	10
2.2.3 Contaminación del Suelo.....	11
2.2.4 Metales en Suelos.....	12
2.2.5 Toxicidad en el Suelo.....	15

2.2.6 Ensayo de Toxicidad con semillas de lechuga.....	16
--	----

CAPÍTULO III. Marco Metodológico

3.1 Diseño de la Investigación.....	19
3.2 Población y Muestra.....	20
3.3 Determinación de Metales en Suelos.....	22
3.3.1 Preparación de Patrones.....	22
3.3.2 Preparación de las Muestras.....	23
3.4 Bioensayos con Semillas de Lechuga y Rabanito.....	24
3.4.1 Preparación del Control Negativo.....	24
3.4.2 Preparación del Control Positivo.....	25
3.4.3 Preparación de las Muestras de Suelos.....	25
3.4.4 Preparación de los Sistemas de Germinación.....	26
3.4.5 Medida de los puntos finales de evaluación de la fitotoxicidad.	28

CAPITULO IV. Análisis de Resultados

4.1 Caracterización de los Suelos.....	34
4.2 Cuantificación de Metales Disponibles en las muestras de suelo.....	36
4.3 Bioensayos con Semillas de Lechuga y Rabanito.....	42

4.4 Evolución de las Semillas de Rabanito.....	45
4.4.1 Control Negativo.....	45
4.4.2 Control Positivo.....	47
4.4.3 Lixiviados del Suelo.....	51
4.5 Índice de Toxicidad.....	58
4.6 Coeficiente de Correlación de Pearson.....	61
4.7 Normativas ambientales en contenido de metales.....	63
4.8 Analisis de Conglomerados.....	65

CAPITULO V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones.....	69
5.2 Recomendaciones.....	70

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71
--	-----------

APÉNDICE

Apéndice A. Datos de patrones para la determinación de metales disponibles.....	78
Apéndice B. Datos para la determinación de metales disponibles en las muestras de suelo de Tinaquillo Edo. Cojedes.....	85

Apéndice C. Datos para la evaluación de controles positivos.....	91
Apéndice D. Datos para la evaluación de bioensayos en muestras impactadas por la actividad metalúrgica.....	92
Apéndice E. Graficas de porcentaje de germinación, índice de germinación longitud de radícula e hipocotilo a diferentes concentraciones de lixiviado....	94
Apéndice F. Analisis de Varianza para el porcentaje de germinación, longitud de radícula e hipocotilo para las diferentes zonas evaluadas.....	98
Apéndice G. Resumen estadístico de porcentaje de germinación, índice de germinación y elongación de radícula e hipocotilo a concentraciones al 10% p/v de lixiviado.....	103
ANEXOS	106

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Parámetros óptimos característicos de cada elemento para su determinación por absorción atómica a la llama.....	14
Tabla 2. Intervalo de concentración, sales empleadas y longitud de onda necesaria para la determinación de metales por espectrometría de absorción atómica a la llama.....	22
Tabla 3. Parámetros físicos, químicos y biológicos de suelos impactados por la actividad metalúrgica en Tinaquillo Edo. Cojedes.....	35
Tabla 4. Concentración de metales disponibles en suelos impactados por la actividad metalúrgica en Tinaquillo Edo. Cojedes.....	36
Tabla 5. Sumatoria de Metales disponibles (mg/kg suelo seco) en las zonas impactadas por la actividad metalúrgica en Tinaquillo Edo. Cojedes...	38
Tabla 6. Porcentaje de germinación de las semillas de lechuga y rabanito en controles negativos.....	43
Tabla 7. Matriz de criterios ponderados para la determinación del bioensayo a emplear.....	44
Tabla 8. Bioensayo de control negativo con semillas de rabanito.....	47
Tabla 9. Bioensayos de semillas de rabanito en controles positivos para los metales disponibles en muestras impactadas por la actividad metalúrgica...	48
Tabla 10. Porcentaje de germinación (%) en concentración al 10% de lixiviados para semillas de rabanito en las muestras y zona control.....	51
Tabla 11. Longitud de radícula (cm) en concentración al 10% de lixiviados para semillas de rabanito en las muestras y zona control.....	52

Tabla 12. Longitud de hipocotilo (cm) en concentración al 10% de lixiviados para semillas de rabanito en las muestras y zona control.....	54
Tabla 13. Índice de germinación (%) en concentración al 10% de lixiviados para semillas de rabanito en las muestras y zona control.....	56
Tabla 14. Analisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de germinación y elongación de radícula e hipocotilo de las diferentes muestras al 10% p/v..	57
Tabla 15. Tendencia de los controles positivos en relación a la inhibición de la germinación y crecimiento de la radícula.....	59
Tabla 16. Concentración letal e inhibitoria del 50% de la población en controles positivos de bioensayos con semillas de rabanito.....	60
Tabla 17. Correlaciones de Pearson para las propiedades físicas, químicas y biológicas y los metales disponibles.....	61
Tabla 18. Correlaciones de Pearson para los parámetros estudiados.....	63
Tabla 19. Concentraciones máximas permisibles de metales en suelos.....	64
Tabla 20. Valores máximos permisibles de metales en suelos de uso agrícola.....	64
Tabla 21. Analisis de conglomerados para similitud en propiedades físicas, químicas y biológicas y contenido de metales disponibles.....	66
Tabla 22. Analisis de conglomerados para similitud en porcentaje de germinación, índice de germinación, elongación de radícula e hipocotilo y contenido de metales disponibles.....	67
Tabla 23. Preparación de soluciones madres y patrones para la determinación de metales disponibles.....	78

Tabla 24. Datos para la curva de calibración de Plomo.....	79
Tabla 25. Datos para la curva de calibración de Zn.....	80
Tabla 26. Datos para la curva de calibración de Cromo.....	81
Tabla 27. Datos para la curva de calibración de hierro.....	82
Tabla 28. Datos para la curva de calibración de Cobalto.....	83
Tabla 29. Datos para la curva de calibración de Níquel.....	84
Tabla 30. Plomo disponible en muestras de suelos impactados por la actividad metalúrgica.	85
Tabla 31. Zinc disponible en muestras de suelos impactados por la actividad metalúrgica.	86
Tabla 32. Cromo disponible en muestras de suelos impactados por la actividad metalúrgica.	87
Tabla 33. Hierro disponible en muestras de suelos impactados por la actividad metalúrgica.	88
Tabla 34. Cobalto disponible en muestras de suelos impactados por la actividad metalúrgica.	89
Tabla 35. Níquel disponible en muestras de suelos impactados por la actividad metalúrgica.	90
Tabla 36. Evaluación del control positivo de Plomo.....	91
Tabla 37. Evaluación del control positivo de Hierro.....	91
Tabla 38. Evaluación del control positivo de Cromo.....	91
Tabla 39. Evaluación del control positivo de Zinc.....	91

Tabla 40. Promedio de datos para la evaluación de bioensayos con semillas de rabanito.	92
Tabla 41. Analisis de varianza del porcentaje de germinación, longitud de radícula e hipocotilo para las diferentes zonas de estudio a concentración de 10% p/v.....	98
Tabla 42. Resumen estadístico de longitud de radícula a concentración de 10% p/v.	103
Tabla 43. Resumen estadístico de longitud de hipocotilo a concentración de 10% p/v.	104
Tabla 44. Resumen estadístico de porcentaje de germinación a concentración de 10% p/v.	105

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Curva de relación dosis respuesta.....	18
Figura 2. Muestreo aleatorio estratificado en la zona delimitada de estudio..	21
Figura 3. Agitador orbital.....	23
Figura 4. Espectrómetro de absorción atómica a la llama.....	24
Figura 5. Metodología aplicada para la preparación del control negativo....	24
Figura 6. Esquema general del procedimiento de prueba de fitotoxicidad con semillas.....	27
Figura 7. Esquema de la plántula de L. sativa al finalizar el periodo de exposición.....	29
Figura 8. Influencia del pH sobre la absorción de algunos metales, a diferentes pH.....	40
Figura 9. Crecimiento de rabanito en muestras al 0.5% de concentración de plomo.....	50
Figura 10. Analisis de conglomerados para similitud en propiedades físicas, químicas y biológicas y contenido de metales disponibles.....	66
Figura 11. Analisis de conglomerados para similitud en porcentaje de germinación, índice de germinación, elongación de radícula e hipocotilo y contenido de metales disponibles.....	68
Figura 12. Curva de calibración de plomo disponible.....	79
Figura 13. Curva de calibración de zinc disponible.....	80

Figura 14. Curva de calibración de cromo disponible.....	81
Figura 15. Curva de calibración de hierro disponible.....	82
Figura 16. Curva de calibración de Cobalto disponible.....	83
Figura 17. Curva de calibración de Níquel disponible.....	84
Figura 18. Porcentaje de germinación a diferentes concentraciones de lixiviado.....	94
Figura 19. Longitud de radícula (cm) a diferentes concentraciones de lixiviado.....	95
Figura 20. Longitud de hipocotilo (cm) a diferentes concentraciones de lixiviado.....	96
Figura 21. Índice de germinación (%) a diferentes concentraciones de lixiviado.....	97
Figura 22. Preparación del bioensayo con semillas de rabanito.....	106
Figura 23. Germinación de las semillas de rabanito en la zona 1B.....	106