



ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. MARCO CONCEPTUAL	6
2.1 Características del sitio de estudio	6
2.2 Proceso de producción de los jales	8
2.3 Característica de los jales	9
2.4 Capacidad de las plantas para acumular metales	12
2.4.1 Fitorremediación	12
2.4.2 Plantas acumuladoras de metales en presas de jales	15
2.5 Uso de plantas en el cierre de presas de jales	17
3. METODOLOGÍA	18
3.1 Criterios para la planeación del muestreo	18
3.2 Procedimiento del muestreo	18
3.3 Identificación taxonómica de las muestras	24
3.4 Análisis químico	24
3.4.1 Preparación de las muestras	24
3.4.2 Molienda.....	26



3.4.3 Digestión	27
3.4.4 Determinación de Arsénico por ICP	29
3.4.5 Determinación de Cobre, Plomo, Cadmio y Zinc por AAS...	30
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	31
4.1 Especies identificadas	31
4.2 Concentración de metales y metaloides en las plantas	32
4.3 Discusión de resultados	37
5. USO DE PLANTAS PARA EL CIERRE DE LAS PRESAS DE JALES	50
5.1 Plantas con mayor potencial	50
5.2 Propuesta para el uso de las plantas en el cierre	51
6. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	56



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Concentración total de metales en los jales	10
Tabla 2. Fracción soluble de los jales	10
Tabla 3. Potencial de generación de acidez en los jales	11
Tabla 4. Composición mineralógica de los jales	12
Tabla 5. Especies identificadas en las presas de jales.....	31
Tabla 6. Concentración total de metales en las partes de la planta	32



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa hidrográfico	7
Figura 2. Muestreo del tallo en una especie grande	19
Figura 3. Muestreo de una planta pequeña	19
Figura 4. Toma de muestra del sustrato	20
Figura 5. Muestras empacadas para identificación taxonómica	20
Figura 6. Muestra empacada para determinación de metales	21
Figura 7. Ubicación de las muestras en la presa 1	22
Figura 8. Ubicación de las muestras en la presa 2	22
Figura 9. Ubicación de las muestras en la presa 3	23
Figura 10. Tarjeta de identificación de las muestras	23
Figura 11. Muestras montadas para herbario	24
Figura 12. Prensa de tornillo.....	25
Figura 13. Horno de convección	25
Figura 14. Muestra dividida en raíz, tallo, rama, hoja y flor	26
Figura 15. Molino para granos	27
Figura 16. Cernido del producto de molienda	27
Figura 17. Digestor de micro-ondas	28
Figura 18. Balanza analítica	28
Figura 19. Filtración de las muestras	28



Figura 20. Envasado de las muestras	28
Figura 21. Lectura en el ICP	29
Figura 22. Lectura por Absorción Atómica	30
Figura 23. Nicotina glauca	37
Figura 24. Flaveria pubescens	38
Figura 25. Schinus molle	38
Figura 26. Casuarina Sp.	39
Figura 27. Tecoma stans	39
Figura 28. Prosopis Sp.	40
Figura 29. Cenchrus ciliaris	40
Figura 30. Maurandia antirrhiniflora	41
Figura 31. Ricinus cummunis	41
Figura 32. Opuntia lasiacantha	42
Figura 33. Concentración total acumulada de metales y metaloides	43
Figura 34. Concentración de arsénico y su distribución en la planta	44
Figura 35. Concentración de cobre y su distribución en la planta	46
Figura 36. Concentración de cadmio y su distribución en la planta	47
Figura 37. Concentración de plomo y su distribución en la planta	48
Figura 38. Concentración de zinc y su distribución en la planta	49
Figura 39. Fauna transitando las presas de jales	52
Figura 40. Propuesta de reforestación	53
