

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

Determinación de metales pesados, cadmio, níquel y plomo, por espectrofotometría de absorción atómica, en suelos agrícolas del sector de Penipe, contaminados con cenizas del volcán Tungurahua

**Disertación previa a la obtención del Título de Licenciada en Ciencias Químicas,
mención en Química Analítica**

MARÍA GABRIELA SALAZAR REYES

Quito, 2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Químicas, mención Química Analítica, de la candidata Srta. María Gabriela Salazar Reyes ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Fecha:.....

Firma del Director de la Disertación

DEDICATORIA

A mi madre, Lic. Eutimia Reyes, por ser un ejemplo de superación y por brindarme su amor, sus conocimientos y su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Ciencias Químicas de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, por brindarme los conocimientos necesarios en el desarrollo de la carrera.

Al Laboratorio Umwelt, por las facilidades brindadas para la elaboración de la presente disertación.

Al Mgtr. Pablo Pozo, por haber aceptado la dirección de esta disertación y por compartir sus conocimientos.

A mis padres, por su apoyo y paciencia.

A mis tíos, por su entrega desinteresada.

A mis hermanos, por ser una luz de amor en mi vida.

A Raquel Armijos, por ser una amiga, hermana y guía.

A mis primos por su amistad, apoyo y motivación.

A mis amigos, por su colaboración en el desarrollo de esta tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

PRELIMINARES

Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Tabla de Contenidos.....	v
Lista de Tablas.....	viii
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Anexos.....	x
Resumen.....	1
Abstract.....	2

INTRODUCCIÓN

1.1 Suelos	5
1.1.1 Suelos Contaminados	6
1.1.2 Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas	8
1.2 Metales Pesados	10
1.2.1 Cadmio	11
1.2.2 Níquel	13
1.2.3 Plomo	15

1.3 Espectrofotometría de Absorción Atómica	17
1.3.1 Generalidades	17
1.3.2 Instrumentación	18
1.3.3 Interferencias	22
1.3.4 Métodos de Cuantificación	24
1.4 Digestión por Microondas	25
1.4.1 Sistema de Microondas	25
1.4.1.1 Temperatura	26
1.4.1.2 Recipientes	27
1.5 Optimización del Método de Ensayo	28
1.5.1 Generalidades	28
1.5.2 Parámetros de Validación	28
1.5.2.1 Límite de Detección	28
1.5.2.2 Límite de Cuantificación	29
1.5.2.3 Linealidad	29
1.5.2.4 Región de Confianza	29
1.5.2.5 Exactitud	30
1.5.2.6 Precisión	30
MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Materiales	32
2.2 Método	33
2.2.1 Optimización del Método	33

2.2.2 Muestreo	34
2.2.3 Tratamiento de la Muestra	37
2.2.4 Análisis de Metales Pesados	38
2.2.5 Expresión de Resultados	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1 Resultados de la optimización del método de ensayo	40
3.1.1 Cadmio	40
3.1.2 Níquel	44
3.1.3 Plomo	49
3.1.4 Resumen de la optimización	54
3.2 Resultados del análisis de muestras	55
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1: Propiedades físico-químicas de los metales pesados	11
Tabla N°2: Tipos de flamas y sus propiedades	21
Tabla N°3: Objetivos planteados en la optimización del método	34
Tabla N°4: Descripción de las muestras	36
Tabla N°5: Condiciones analíticas de la digestión por microondas	37
Tabla N°6: Condiciones instrumentales óptimas para el análisis de metales pesados por absorción atómica de llama	38
Tabla N°7: Límite de detección del Cadmio	40
Tabla N°8: Límite de cuantificación del Cadmio	41
Tabla N°9: Resultados de recuperaciones para Cadmio	42
Tabla N°10: Repetibilidad y reproducibilidad para el Cadmio	43
Tabla N°11: Límite de detección del Níquel	45
Tabla N°12: Límite de cuantificación del Níquel	46
Tabla N°13: Resultados de recuperaciones para Níquel	47
Tabla N°14: Repetibilidad y reproducibilidad para el Níquel	48
Tabla N°15: Límite de detección del Plomo	50
Tabla N°16: Límite de cuantificación del Plomo	51
Tabla N°17: Resultados de recuperaciones para Plomo	52
Tabla N°18: Repetibilidad y reproducibilidad para el Plomo	53
Tabla N°19: Resumen de la Optimización	55
Tabla N°20: Límites Máximos Permisibles según el TULAS	55
Tabla N°21: Resultados del análisis de muestras	56

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1: Rutas ambientales de la contaminación	6
Figura N°2: Distribución espacial de los volcanes en el mundo	9
Figura N°3: Formación de los suelos derivados de cenizas volcánicas	9
Figura N°4: Esquema del equipo de Absorción Atómica	18
Figura N°5: Mapa de Ubicación de Muestreo	35
Figura N°6: Rango lineal y ecuación de la recta para el cadmio	44
Figura N°7: Rango lineal y ecuación de la recta para el níquel	49
Figura N°8: Rango lineal y ecuación de la recta para el plomo	54

LISTA DE ANEXOS

Anexo N°1: Certificado de Análisis del Material de Referencia	65
Anexo N°2: Certificado de Análisis del Estándar	67
Anexo N3: Texto Unificado de Legislación Ambiental, Libro 6, Anexo 2	69
Anexo N°4: Fotografías de las Zonas de Muestreo	75
Anexo N°5: Detalle diario del análisis de cadmio	78
Anexo N°6: Detalle diario del análisis de níquel	82
Anexo N°7: Detalle diario del análisis de plomo	86
Anexo N°8: Detalle del análisis de las muestras	90