UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

"IMPLEMENTACIÓN DE DOS BIOENSAYOS DE REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO CON LA UTILIZACIÓN DE: *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata*, EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA"

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente.

AUTORA:

Silvana Katterine Ramírez Peralta

DIRECTOR:

Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra; Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Nueva Loja, 03 de Agosto del 2016.

ING. HILTER FARLEY FIGUEROA SAAVEDRA; MG. SC.
DOCENTE DE LA CARRERA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL PLAN DE CONTINGENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, SEDE NUEVA LOJA

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación denominado **"IMPLEMENTACIÓN DE DOS BIOENSAYOS DE REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO CON LA UTILIZACIÓN DE: *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata*, EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA"**, desarrollada por la señorita **RAMIREZ PERALTA SILVANA KATERINE**, ha sido elaborado bajo mi dirección y cumple con los requisitos de fondo y de forma que exigen los respectivos reglamentos e instructivos.

Por ello autorizo su presentación y sustentación.

Atentamente,

Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra; Mg. Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

Nueva Loja, 5 de Diciembre del 2016

Los Miembros del Tribunal de Grado abajo firmantes, certificamos que el Trabajo de Titulación denominado **"IMPLEMENTACIÓN DE DOS BIOENSAYOS DE REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO CON LA UTILIZACIÓN DE: *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata*, EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA"**, presentado por la señorita: Silvana Katterine Ramírez Peralta, estudiante de la carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente del Plan de Contingencia de la Universidad Nacional de Loja, Sede Nueva Loja, ha sido corregida y revisada; por lo que autorizamos su presentación.

Atentamente;

Ing. Laura Esperanza Capa Puglla., Mg. Sc.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

ng. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña., Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Fausto Ramiro García Vasco., Mg. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Yo, **RAMIREZ PERALTA SILVANA KATTERINE**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

AUTORA: Ramírez Peralta Silvana Katterine

FIRMA: .....

CÉDULA: 2200031168-6

FECHA: Loja, Diciembre del 2016

CARTA DE AUTORIZACION DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **SILVANA KATTERINE RAMÍREZ PERALTA**, declaro ser autora de la tesis titulada **"IMPLEMENTACIÓN DE DOS BIOENSAYOS DE REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO CON LA UTILIZACIÓN DE: *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata*, EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA"** Como requisito para optar al grado de: **INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**. Autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja, a los 16 días del mes de Diciembre del 2016, firma la autora.

Firma:
Autora: Silvana Katterine Ramírez Peralta
Cédula: 220003168-6
Dirección: Provincia de Orellana, Barrio Santa Rosa, Calle Amazonas y Miguel Gamboa.
Correo Electrónico: silvanaramirez1990@gmail.com
Teléfono: 062883389 **Celular:** 0980196378

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra; Mg. Sc.
TRIBUNAL DE GRADO:

Ing. Laura Esperanza Capa Puglla., Mg. Sc.	(Presidenta del Tribunal)
Ing. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña., Mg. Sc	(Miembro del Tribunal)
Ing. Fausto Ramiro García Vasco., Mg. Sc	(Miembro del Tribunal)

DEDICATORÍA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy.

Para mis padres: David Ramírez e Irene Peralta por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Liliana, Roberto, Lesli y Cindy y sobrino Eidan; por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mi bebe que esta pronto en llegar quien ha sido y es mi motivación, inspiración y felicidad. "Te amo desde ya mi pequeño piolín".

La autora.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por estar presente en mi vida y por su infinita bondad al bendecirme con el amor de mi familia y la salud, que me han permitido culminar con éxito este Trabajo de Investigación dentro de mi carrera profesional.

Un agradecimiento eterno a mis padres y hermanas por ofrecerme un hogar cálido, y enseñarme lo valioso de la armonía familiar, la perseverancia, el esfuerzo y los valores humanos y morales que han complementado mi formación académica.

También quiero manifestar mi gratitud y aprecio a mi Director de Tesis el Ing. Hilter Figueroa, por permitirme recurrir a su capacidad y experiencia para la consecución de este trabajo, y a todos los maestros por sus acertadas sugerencias y oportunos aportes que ayudaron a impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

Finalmente, un profundo reconocimiento a la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, por brindarme la oportunidad de ser parte de una generación de profesionales productivos y competitivos para el país.

Silvana Ramírez Peralta

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Descripción		Pág.
PORTADA……...		**i**
CERTIFICACIÓN……..		**ii**
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO……		**iii**
AUTORÍA……		**iv**
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL…….		**v**
DEDICATORIA……..		**vi**
AGRADECIMIENTO……		**vii**
ÍNDICE DE CONTENIDO……		**viii**
ÍNDICE DE CUADROS…….		**xii**
ÍNDICE DE TABLAS…….		**xiii**
ÍNDICE DE GRÁFICOS……		**xvi**
ÍNDICE DE FIGURAS……...……		**xix**
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS……		**xx**
ÍNDICE DE ANEXOS. ……..		**xxii**
A.	**TÍTULO…….**	**1**
B.	**RESUMEN……**	**2**
	ABSTRACT……	**3**
C.	**INTRODUCCIÓN……...**	**4**
D.	**REVISIÓN DE LITERATURA…….**	**6**
4.1.	Hidrocarburos derivados del petróleo……..	6
4.2.	Suelos contaminados……	9
4.3.	Remediación Ambiental……..	10
4.4.	Biorremediación Ambiental…….	10
4.4.1.	Tipos de Biorremediación……	11
4.5.	Principio de la fitorremediación……..	13
4.5.1.	Fases de la fitorremediación…….	16

4.5.2. Ventajas y desventajas de la fitorremediación……... 16
4.6. Descripción botánica *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 17
4.6.1. Descripción taxonómica de *Impatiens balsamina* (L) Huth…… 17
4.6.2. Descripción taxonómica de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……. 20
4.7. Investigaciones de antecedentes……..…. 23
4.8. Marco legal del Ecuador……... 25
4.8.1. Constitución política del Ecuador…….……... 25
4.8.2. Ley de Gestión Ambiental……..……..… 28
4.8.3. Ley la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental…… 29
4.8.4. Ley orgánica de Salud……... 30
4.8.5. Texto Unificado de Legislación Medio Ambiental Secundaria…... 31
4.8.6 Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador-RAOHE……..…… 32
4.8.7. Código Orgánico Integral Penal……...…. 33
4.9. Marco conceptual……..…… 34
E. MATERIALES Y MÉTODOS…….…. 38
5.1. Materiales……..…… 38
5.1.1. Materiales de campo……. 38
5.1.2. Materiales de oficina…… 38
5.1.3. Equipos……. 38
5.1.4. Herramientas……. 39
5.1.5. Insumos……. 39
5.2. Métodos……..…….. 39
5.2.1. Ubicación del área de estudio……..…… 39
5.2.2. Ubicación política…….…… 40
5.2.3. Ubicación geográfica…….…… 41
5.3. Aspectos Biofísicos y Climáticos……..…… 42
5.3.1. Aspectos Biofísicos……..…… 42
5.3.2. Aspectos Climáticos……..…… 46
5.4. Tipo de investigación……..…….. 50

5.5. Límites del área de estudio……..……. 51
5.6. Metodología…….. 52
5.6.1. Realizar análisis físico-químico de laboratorio para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en el suelo de los talleres automotriz más representativos del cantón Francisco de Orellana…… 52
5.6.2. Implementar dos bioensayos de remediación de suelo contaminado por Hidrocarburos derivados del Petróleo…… 56
5.6.3. Determinar la eficiencia de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott como agentes fitorremediadores y alternativa de remediación…… 62
F. RESULTADOS……..... 64
6.1. Realizar análisis físico-químico de laboratorio para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en el suelo de los talleres automotriz más representativos del cantón Francisco de Orellana…… 64
ANÁLISIS DE SUELOS DE MUESTRAS SIMPLES…… 65
ANALISIS DE SUELOS DEMUESTRAS COMPLEJAS…… 67
6.2. Implementar dos bioensayos de remediación de suelo contaminado por Hidrocarburos derivados del Petróleo…… 70
NATALIDAD Y MORTALIDAD…….. 80
6.3. Determinar la eficiencia de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott como agentes fitorremediadores y alternativa de remediación……..…… 83
ANALISIS BROMATOLOGICOS…… 101
G. DISCUSIÓN…… 119
7.1. Realizar análisis físico-químico de laboratorio para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en el suelo de los talleres automotriz más representativos del cantón Francisco de Orellana…… 119
7.2. Implementar dos bioensayos de remediación de suelo contaminado

por Hidrocarburos derivados del Petróleo…… 120

7.3. Determinar la eficiencia de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott como agentes fitorremediadores y alternativa de remediación……..…… 121

H. CONCLUSIONES…….…….. 124

I. RECOMENDACIONES…….…… 126

J. BIBLIOGRAFÍA…….…… 127

K. ANEXOS…….……. 133

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág
Cuadro 1.	Ventajas y desventajas de la fitorremediación…….....	17
Cuadro 2.	Descripción Taxonómica de *Impatiens balsamina* (L) Huth……	19
Cuadro 3.	Descripción Taxonómica de *Impatiens balsamina* (L) Huth……	23
Cuadro 4.	Especies Frutales dentro del área de estudio …….....	43
Cuadro 5.	Especie Ornamentales del área de estudio…….……	43
Cuadro 6.	Especies de Fauna Domestica dentro del área de estudio……	44
Cuadro 7.	Especies de Insectos dentro del área de estudio……	44
Cuadro 8.	Características de talleres automotrices……	64

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Descripción	Pág.
Tabla 1.	Hidrología del Cantón Francisco de Orellana	46
Tabla 2.	Registro histórico climatológico del Cantón Francisco de Orellana, 2015……..	47
Tabla 3.	Diseño experimental: parcelas con dos repeticiones……	59
Tabla 4.	Tabla de la ANOVA…….……	62
Tabla 5.	Comparación de análisis de suelo ante de los bioensayos……	65
Tabla 6.	Comparación de análisis de suelo de muestras complejas de suelo y el RAOHE……..	67
Tabla 7.	Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del primer mes...	72
Tabla 8.	Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del primer mes.	73
Tabla 9.	Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del segundo mes	74
Tabla 10.	Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del segundo mes……	75
Tabla 11.	Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del tercer mes….	76
Tabla 12.	Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del tercer mes..	77
Tabla 13.	Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del cuarto mes…	78
Tabla 14.	Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del cuarto mes.	79
Tabla 15.	Grado de mortalidad y natalidad *Impatiens balsamina* (L) Huth.	80
Tabla 16.	Grado de mortalidad y natalidad *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….	81
Tabla 17.	Contenido de los bioensayos/parcela……..	82
Tabla 18.	Contenido inicial de contaminante en plántulas *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……..…	83 83
Tabla 19.	Comparación de Cadmio entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelo.....	83
Tabla 20.	Análisis de varianza de Cadmio entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…	85

Tabla 21. Comparación de Níquel entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 86
Tabla 22. Análisis de varianza de Níquel entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos… 88
Tabla 23. Comparación de Plomo entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos……. 89
Tabla 24. Análisis de varianza de Plomo entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.... 91
Tabla 25. Comparación de Hidrocarburos totales entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…… 92
Tabla 26. Análisis de varianza de Hidrocarburos totales entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 94
Tabla 27. Comparación de Hidrocarburos aromáticos entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 95
Tabla 28. Análisis de varianza de Hidrocarburos aromáticos entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 97
Tabla 29. Comparación del pH entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 98
Tabla 30. Análisis de varianza de pH entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 99
Tabla 31. Comparación de análisis bromatológicos de Cadmio entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 101
Tabla 32. Análisis de varianza de Cadmio en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott..... 102
Tabla 33. Comparación de análisis bromatológicos de Níquel de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L)

Schott…… 104

Tabla 34. Análisis de varianza de Níquel en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott..... 105

Tabla 35. Comparación de análisis bromatológicos de Plomo de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 107

Tabla 36. Análisis de varianza de Plomo en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott..... 108

Tabla 37. Comparación de análisis bromatológicos de Hidrocarburos totales de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 110

Tabla 38. Análisis de varianza de Hidrocarburos totales en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 111

Tabla 39. Comparación de análisis bromatológicos de Hidrocarburos aromáticos de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 113

Tabla 40. Análisis de varianza de Hidrocarburos aromáticos en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……..... 114

Tabla 41. Comparación de análisis bromatológicos de pH de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 116

Tabla 42. Análisis de varianza de pH en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……. 117

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	Descripción	Pág.
Gráfico 1.	Temperatura absoluta media…….……	48
Gráfico 2.	Pluviosidad absoluta media……..…….	48
Gráfico 3.	Humedad absoluta media…….…….	49
Gráfico 4.	Nubosidad absoluta media…….……...	49
Gráfico 5.	Comparación de análisis de suelo de la Mecánica TROYA…	65
Gráfico 6.	Comparación de análisis de suelo del Taller Automotriz MACK……..	66
Gráfico 7.	Comparación de análisis de suelo de la Mecánica GUANOLISA……..	66
Gráfico 8.	Comparación de Cadmio en muestras complejas de suelo con el RAOHE……	67
Gráfico 9.	Comparación de Níquel en muestras complejas de suelo con el RAOHE……..	68
Gráfico 10.	Comparación de Plomo en muestras complejas de suelo con el RAOHE……	68
Gráfico 11.	Comparación de Hidrocarburos totales en muestras complejas de suelo con el RAOHE……	69
Gráfico 12.	Comparación de Hidrocarburos aromáticos en muestras complejas de suelo con el RAOHE……	69
Gráfico 13.	Comparación de pH en muestras complejas de suelo con el RAOHE……	70
Gráfico 14.	Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth en el primer mes……	72
Gráfico 15.	Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el primer mes…….	73
Gráfico 16.	Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth en el segundo mes……	74

Gráfico 17. Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el segundo mes……. 75
Gráfico 18. Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth en el tercer mes…… 76
Gráfico 19. Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el tercer mes…… 77
Gráfico 20. Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth en el cuarto mes…….. 78
Gráfico 21. Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el cuarto mes……. 79
Gráfico 22. Mortalidad de *Impatiens balsamina* (L) Huth…… 80
Gráfico 23. Natalidad de *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 80
Gráfico 24. Mortalidad de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 81
Gráfico 25. Natalidad de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 82
Gráfico 26. Comparación de Cadmio entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 84
Gráfico 27. Varianza de Cadmio en análisis de suelo……... 86
Gráfico 28. Comparación de Níquel entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 87
Gráfico 29. Varianza de Níquel en análisis de suelos……... 89
Gráfico 30. Comparación de Plomo entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…….. 90
Gráfico 31. Varianza de Plomo en análisis de suelos…….. 92
Gráfico 32. Comparación de Hidrocarburos totales entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…… 93
Gráfico 33. Varianza de Hidrocarburos totales en análisis de suelos……... 95
Gráfico 34. Comparación de Hidrocarburos aromáticos entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…… 96
Gráfico 35. Varianza de Hidrocarburos aromáticos en análisis de suelo 98

Gráfico 36. Comparación del pH entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos…… 99
Gráfico 37. Varianza del pH en análisis de suelos…… 100
Gráfico 38. Comparación de Cadmio en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 101
Gráfico 39. Varianza de Cadmio en análisis bromatológicos……... 103
Gráfico 40. Comparación de Níquel en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 104
Gráfico 41. Varianza de Níquel en análisis bromatológicos……. 106
Gráfico 42. Comparación de Plomo en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 107
Gráfico 43. Varianza de Plomo en análisis bromatológicos……. 109
Gráfico 44. Comparación de Hidrocarburos totales en plántulas de Impatiens balsamina (L) Huth & Nephrolepis exaltata (L) Schott……. 110
Gráfico 45. Varianza de Hidrocarburos totales en análisis bromatológicos. 112
Gráfico 46. Comparación de Hidrocarburos aromáticos en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……. 113
Gráfico 47. Varianza de Hidrocarburos aromáticos en análisis bromatológicos……... 115
Gráfico 48. Comparación de pH en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 116
Gráfico 49. Varianza de pH en análisis bromatológicos……... 118

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág
Figura 1.	Mecanismo de fitorremediación…….....	15
Figura 2.	Ubicación político del área del estudio…….....	40
Figura 3.	Ubicación geográfica del área del estudio…….....	41
Figura 4.	Descripción de los bioensayos de remediación del suelo contaminado por hidrocarburos derivados del petróleo.....	50
Figura 5.	Ubicación de los bioensayos ……..…	51

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

N°	Descripción	Pág
Foto 1.	*Impatiens balsamina* (L) Huth……	20
Foto 2.	*Nephrolepis exaltata* (L) Schott……..	23
Foto 3.	Recolección de la muestra de suelo……..	53
Foto 4.	Profundidad de las submuestras……...	54
Foto 5.	Homogenización de las submuestras……..	54
Foto 6.	Plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth……..	56
Foto 7.	Plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……	57
Foto 8.	Parcelas 1 y 2 con un testigo……	58
Foto 9.	Muestreo de suelo…….	59
Foto 10.	Vivero COFORAGRO CIA. LTDA……	71
Foto 11.	Fosas para la implementación de los bioensayos..…….....	71
Foto 12.	Impermeabilización de las fosas……	71
Foto 13.	*Impatiens balsamina* (L) Huth del primer mes…….	72
Foto 14.	*Nephrolepis exaltata* (L) Schott del primer mes……..	73
Foto 15.	*Impatiens balsamina* (L) Huth del segundo mes……..	74
Foto 16.	*Nephrolepis exaltata* (L) Schott del segundo mes…….	75
Foto 17.	*Impatiens balsamina* (L) Huth del tercer mes……	76
Foto 18.	*Nephrolepis exaltata* (L) Schott del tercer mes…….	77
Foto 19.	*Impatiens balsamina* (L) Huth del cuarto mes……	78
Foto 20.	*Nephrolepis exaltata* (L) Schott del cuarto mes……	79
Foto 21.	Contaminación del suelo con hidrocarburos derivados del petróleo…….	156
Foto 22.	Toma de muestra de suelo contaminado con hidrocarburos derivados de petróleo……	157
Foto 23.	Suelo con hidrocarburos derivados del petróleo……	157
Foto 24.	Homogenización de suelos contaminados…….	158
Foto 25.	Costales con suelo contaminado ……	158
Foto 26.	Vivero de la Compañía Forestal, de Remediación Ambiental y	

Agropecuaria COFORAGRO CIA. LTDA…… 159
Foto 27. Impermeabilización de celdas…….…….. 159
Foto 28. Parcelas preparadas para la plantación de bioensayos…..…… 160
Foto 29. Muestras a enviar…… 160
Foto 30. Bioensayos …….…… 161
Foto 31. Plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 161
Foto 32. Bioensayos con dos repeticiones, dos tratamientos y testigo…. 162
Foto 33. Bioensayos……..…….. 162
Foto 34. Medición de plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott …… 163
Foto 35. Plantas de *Impatiens balsamina* (L) Huth…… 163
Foto 36. Bioensayos *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 164
Foto 37. Bioensayos *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth……..……. 164

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	Descripción	Pág.
Anexo 1.	Análisis de suelo de la Mecánica Troya……	133
Anexo 2.	Análisis de suelo del Taller Automotriz MACK…….	133
Anexo 3.	Análisis de suelo de la Mecánica GUANOLUISA……	134
Anexo 4.	Análisis de suelo 05/12/2015 – Testigo……..	134
Anexo 5.	Análisis de suelo 05/01/2016 – Testigo……..	135
Anexo 6.	Análisis de suelo 05/01/2016 – Parcela1 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott……..	135
Anexo 7.	Análisis de suelo 05/01/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott……..	136
Anexo 8.	Análisis de suelo 05/01/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth…….....	136
Anexo 9.	Análisis de suelo 05/01/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth…….....	137
Anexo 10.	Análisis de suelo 05/02/2016 – Testigo……..	137
Anexo 11.	Análisis de suelo 05/02/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott……..	138
Anexo 12.	Análisis de suelo 05/02/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott……..	138
Anexo 13.	Análisis de suelo 05/02/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth……..	139
Anexo 14.	Análisis de suelo 05/02/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth…….....	139
Anexo 15.	Análisis de suelo 05/03/2016 – Testigo……..	140
Anexo 16.	Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth ……..	140
Anexo 17.	Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth…….....	141

Anexo 18. Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 141
Anexo 19. Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 142
Anexo 20. Análisis de suelo 05/04/2016 – Testigo……. 142
Anexo 21. Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth……... 143
Anexo 22. Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth……... 143
Anexo 23. Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 144
Anexo 24. Análisis de suelo 05/03/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 144
Anexo 25. Adquisición de plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……. 145
Anexo 26. Análisis Bromatológico 05/12/2015 – *Impatiens balsamina* (L) Huth…… 145
Anexo 27. Análisis Bromatológico 05/12/2015 – *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 146
Anexo 28. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth…… 146
Anexo 29. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 147
Anexo 30. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……... 147
Anexo 31. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……... 148
Anexo 32. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth…… 148
Anexo 33. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 149

Anexo 34. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…… 149
Anexo 35. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 150
Anexo 36. Análisis Bromatológico 05/03/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 150
Anexo 37. Análisis Bromatológico 05/03/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 151
Anexo 38. Análisis Bromatológico 05/03/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……..... 151
Anexo 39. Análisis Bromatológico 05/03/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 152
Anexo 40. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 152
Anexo 41. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth……. 153
Anexo 42. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott……... 153
Anexo 43. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott…….. 154
Anexo 44. Certificado del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana…… 154
Anexo 45. Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Tabla 6……. 155
Anexo 46. Cadena de custodia……..... 155
Anexo 47. Formato de identificación de las muestras…….. 156
Anexo 48. Fotografías……..... 156

a. TÍTULO

"IMPLEMENTACIÓN DE DOS BIOENSAYOS DE REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO CON LA UTILIZACIÓN DE: *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata*, EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA"

b. RESUMEN

El propósito de esta investigación fue realizar la implementación de dos bioensayos de remediación de suelo contaminados por hidrocarburos derivados del petróleo con la ubicación de: *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* , en el Cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana; se caracterizó el suelo de mediante la realización de análisis físicos-químicos de laboratorio determinado el grado de concentración de hidrocarburos en el suelo de los 12 talleres automotriz más representativos del Cantón Francisco de Orellana obteniendo los siguientes valores: Cadmio 13,75 mg/kg; Níquel 159,99 mg/kg; Plomo 624,58 mg/kg; Hidrocarburos totales 9.897,57 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos 9,54 mg/kg y pH 3,94, mismos valores que fueron comparados con la Tabla seis del RAOHE, en la cual se establece los parámetros y límites para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria Hidrocarburíferas, incluidas las estaciones de servicios, de los cuales, los valores obtenidos sobrepasan estos límites. Se diseñó un sistema de Fitorremediación con la finalidad de mitigar los impactos ambientales que se viene produciendo por inadecuado uso de los hidrocarburos derivados del petróleo, el prototipo que se diseño fue mediante dos parcelas de bioensayos ex situ con la utilización de *Impatiens balsamina* & *Nephrolepis exaltata* y un testigo. Se determina la eficiencia de las plantas como agente depurador mediante un análisis de laboratorio bromatológico y un análisis de laboratorio de suelo para determinar si es efectivo utilizar este tipo de plantas en la remediación de suelos. Estadísticamente no hay un grado significante entre los parámetros establecidos entre ambas especies, pero empíricamente se puede decir que *Impatiens balsamina* (L) Huth descontamina y acumula más que *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Palabras clave: Contaminación, biorremediación, descontaminación.

ABSTRACT

The purpose of this research was to carry out the implementation of two bioassays soil remediation contaminated with petroleum hydrocarbons location: *Impatiens balsamina* & *Nephrolepis exaltata*, in the Canton Francisco de Orellana, Orellana Province; the floor was characterized by performing physical-chemical laboratory analysis determined the degree of concentration of hydrocarbons in the soil of the 12 automotive workshops representative mechanical workshops Francisco de Orellana Canton obtaining the following values: Cadmium 13,75 mg/kg; Nickel 159.99 mg/kg; Lead 624.58 mg/kg; Total hydrocarbons 9897.57 mg/kg; aromatic hydrocarbons 9.54 mg/kg and pH 3.94, same values were compared with RAOHE Table six, in which the parameters and limits for the identification and remediation of contaminated soils in all phases of the industry set hydrocarbons, including service stations, of which they obtained values exceed these limits. a system of Phytoremediation in order to mitigate environmental impacts that has been occurring from improper use of petroleum hydrocarbons, the prototype that design was by two plots of ex situ bioassays using *Impatiens balsamina* & *Nephrolepis exaltata* was designed and a witness. the efficiency of plants as clearing agent is determined by a laboratory analysis bromatological and laboratory analysis of soil to determine if it is effective to use these plants in soil remediation. Statistically there is a significant degree between the parameters established between the two species, but empirically it can be said that *Impatiens balsamina* (L) Huth decontaminated and accumulates more than *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Keywords: Pollution, bioremediation, decontamination.

c. INTRODUCCIÓN

La situación a nivel del país es preocupante por la contaminación del suelo resultado de actividades relacionadas con el sistema automotriz ya que es una de las actividades que no es muy controlada por las autoridades por lo que genera gran impacto en la calidad de la misma (PDOT 2012-2022), siendo uno de los problemas la contaminación con metales pesados compuestos por derivados de hidrocarburos que son desechados de forma intencional o accidental en suelos.

Los derrames de hidrocarburos de petróleo son una de las principales fuentes de contaminación de suelos ya que ocasionan perturbación en los ecosistemas al afectar su estructura y bio- procesos. Este tipo de derrames originan efectos directos sobre la biota ya que el petróleo contiene compuestos químicos tóxicos que producen daños a plantas, animales y humanos, que son claves par a los procesos vitales de los seres vivos (Bermello, 2011).

Actualmente se han producidos avances en la biotecnología, estudiando como agentes depuradores de la contaminación por hidrocarburos, procesos denominados fitorremediación. Es una muy novedosa técnica que tiene como objetivo degradar y asimilar, los metales pesados presentes en el suelo, lo cual tiene ventajas con respecto a los tratamientos convencionales de lugares contaminados; en primer lugar es una tecnología de baja inversión (Bonilla, 2013), en segundo lugar posee un impacto regenerativo en lugares en donde se aplica y en tercer lugar su capacidad extractiva se mantiene debido al crecimiento vegetal y mantiene el equilibrio del ecosistema.

De esta forma la Fitorremediación, se considera como una tecnología sustentable que se basa en la utilización de plantas para reducir la concentración de los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en las aguas y suelos, estos contaminantes son utilizados en los procesos bioquímicos realizados por las plantas y los microorganismos

asociados a sus raíces a través de procesos metabólicos, para el desarrollo de su vida y su entorno.

En la actualidad existen pocos estudios realizados de fitorremediación con *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth en el Ecuador, esto hace continuar con investigaciones que certifiquen respuestas convenientes para quienes están dispuestos a invertir en mantener el equilibrio del suelo.

Para el cumplimiento a cabalidad con la investigación se han propuesto los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar el nivel de descontaminación generado por *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en suelo contaminado por hidrocarburos derivados de petróleo, en el Cantón Francisco de Orellana.

Objetivos específicos:

- Realizar análisis físico-químico de laboratorio para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en el suelo de los talleres automotriz más representativos del Cantón Francisco de Orellana.

- Implementar dos bioensayos de remediación de suelo contaminado por hidrocarburos derivados del Petróleo.

- Determinar la eficacia de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott como agentes fitorremediadores y alternativa de remediación.

d. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Hidrocarburos derivados del petróleo

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por átomos de hidrogeno y carbono. Estos compuestos se definen porque presentan características físico-químicas de acuerdo a su estructura molecular y al número de átomos que los conforman. Según los grados API (densidad del hidrocarburos) que poseen, son clasificados y tienen un aspecto característico, algunos de ellos son claros y livianos y se evaporan fácilmente y otros, son líquidos densos y oscuros que no son evaporados (Borggaard, 2015).

Los hidrocarburos se encuentran divididos en tres grupos: a cíclicos cuya fórmula química es CnH2n+2 y sus cadenas son abiertas; cíclicos saturados de fórmula general CnH2n con cadenas cerradas, y los hidrocarburos cíclicos no saturados más conocidos como hidrocarburos aromáticos, CnH2n-6 (Show, 2011), cuya base estructural es el anillo bencénico como el BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno, monoaromático) o los PAHs (Naftaleno, Fenantreno y Antraceno, poliaromáticos) (Harvey, 2011).

Los hidrocarburos totales derivados del petróleo (HCTP) están comprendidos por compuestos parafínicos, naftalénicos y aromáticos, los cuales a pesar de su alto peso molecular, cuentan con un gran potencial de absorción y son más fácilmente degradados y mineralizados bajo condiciones aerobias (Imfeld, 2010). Estos compuestos y sus derivados (gasolina, keroseno, aceites, combustibles y parafinas, asfaltos, entre otros) si bien, son muy usados en procesos industriales, domésticos, agrícolas y de transporte, también generan aportes contaminantes al agua, aire y suelos. Su ingreso al medio ambiente no solo es debido a su uso en actividades humanas, sino también a causa de accidentes industriales, comerciales o privados y del mismo modo, por derrames o escapes en las estructuras de extracción, conducción y almacenamiento. Estos últimos son los eventos más frecuentes y los que contribuyen más daño al ambiente, ya que

alteran las características y propiedades de aguas superficiales y subterráneas, así como de sedimentos (Kumar, Dushenkow, Motto & Rasakin, 2011).

Los combustibles de mayor uso (diésel, gasolina corriente, entre otros) se caracterizan por la presencia de una gran variedad de hidrocarburos que contienen múltiples componentes orgánicos con diferentes grados de solubilidad, de allí que su comportamiento difiera uno de otro; tales como los compuestos del BTEX que son altamente móviles en el ambiente mientras que los componentes de los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs), generalmente se adhieren al suelo permaneciendo atrapados en una fase orgánica (Kumar, et al, 2011).

La gasolina por ejemplo, presenta hidrocarburos de cadenas cortas de alcanos entre 6– 10 carbonos, como n-alcanos, isoalcanos, isopentanos, 2,3-dimetilbutano, n-butano y npentano; así como cicloalcanos (ciclobutano – ciclodecano) y compuestos aromáticos volátiles como hidrocarburos monoaromáticos (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno); los PAHs se encuentran en una menor proporción debido a su alto peso molecular. El diesel es un compuesto que posee hidrocarburos con cadenas entre 10 – 20 carbonos, tiene una mayor proporción de cicloalcanos y PAHs, y también tiene presencia de BTEX aunque en menor concentración; el diésel es más denso, menos volátil y menos soluble (hidrofóbicos) y por ende es menos móvil que la gasolina (Cubillos, 2011).

Los hidrocarburos monoaromáticos (BTEX) son un importante compuesto de la gasolina, que comprenden entre el 10 y 59 % de su peso, siendo el tolueno la sustancia predominante (Celis, 2010). Los BTEX son más solubles en agua que los compuestos cíclicos de alto peso molecular, y por lo tanto pueden desplazarse con facilidad en medios acuosos. Son fácilmente biodegradados bajo condiciones donde hay disponibilidad de oxígeno (Ellisti, 2012), sin embargo, pueden ser degradados bajo condiciones anaerobias. En una investigación realizada en Estados Unidos para la remoción anaerobia de BTEX y gasolina en sedimentos acuáticos encontró que estos compuestos pueden ser degradados vía reducción por aceptadores de electrones (nitrato, sulfato, carbonato y hierro) (Phelps, 2010). Así mismo, reportan que los BTEX pueden

ser fácilmente removidos vía volatilización debido a su naturaleza, enfatizando que el uso de humedales de flujo superficial pueden ser una buena alternativa para ello (Rodt, 2010).

Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs) constituye un amplio grupo de hidrocarburos compuestos por dos-siete anillos de benceno, se caracterizan por tener una baja solubilidad en agua y baja volatilidad, por lo que pueden tener una vida media en el ambiente desde semanas hasta varios años (Sverdrup, 2013).

Estos hidrocarburos están ampliamente distribuidos en el ambiente y tiene efectos tóxicos, mutagénicos y cancerígenos, ya que son compuestos recalcitrantes y bioacumuladores (Haritash, 2010), por lo que son motivo de atención respecto a métodos de degradación. Los PAHs pueden ser fácilmente encontrados en derrames, filtraciones y vertimientos de combustibles.

Las principales rutas para la remoción de hidrocarburos por medio de humedales son la volatilización, la degradación biológica o microbiana, la oxidación fotoquímica, la sedimentación, la adsorción, la filtración y precipitación química (Kadlec, 2010). Los alcanos son principalmente degradados por volatilización mientras que los compuestos aromáticos por ser más solubles en agua no se evaporan con facilidad.

El efecto de los derivados del petróleo sobre la salud humana y el medio ambiente, se ha convertido en un tema de interés, y a pesar de la gran variedad existente de estos y a la difícil cuantificación de cada uno de ellos, el departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos desde el año 1999, ha recomendado realizar su medición en conjunto. Esta complejidad que sustentan los hidrocarburos ha llevado a qué cada vez se realice más investigación en todo el mundo, respecto a la degradación de estos compuestos, implementando diferentes tecnologías para evaluar la efectividad del tratamiento en suelos contaminadas, mostrándose mayor interés en la fitorremediación por tratarse de una técnica natural, donde las plantas tienen la habilidad

de transformar los contaminantes orgánicos a compuestos menos tóxicos e incluso a CO2 y H2O (Guendy, 2011).

4.2. Suelos contaminados

El suelo es uno de los elementos fundamentales del ambiente, y tampoco está libre del problema de la contaminación que afecta a la vida desde las formas más elementales, tales como los microorganismos, que intervienen en los ciclos básicos de materia y energía, hasta las especies más desarrolladas.

Las fugas o derrames (intencional o accidental) de los hidrocarburos derivados del petróleo durante su producción, manejo y utilización ocasionan contaminación tanto en las zonas productoras como en las consumidoras, el deterioro de la vegetación, los microorganismos y los animales (Alcalde, 2012).

La penetración del petróleo en el subsuelo está determinada por su viscosidad y, generalmente, es retenido en el horizonte superficial del suelo en donde se separa en tres fases: la volátil, que consta de los primeros cuatro n-alcanos, se fotoóxida, volatizándose en la atmosfera. La fracción disuelta (compuestos de 5-17 carbonos se difunde en la solución del suelo a través del agua presente; mientras que la fase sólida, integrada por los hidrocarburos de más de 18 carbonos, se adhiere o adsorbe en la matriz del suelo estos últimos son los que poseen capacidad toxica y carcinogénica (Kesley, 2010).

La vida media del petróleo en un suelo puede fluctuar desde unas cuantas semanas hasta más de diez años, esto depende de las características de los compuestos del mismo como proporción de materia orgánica y arcilla, actividad microbiana, temperatura, oxigeno, fotooxidación, actividad enzimática y peso molecular del petróleo. Por su capacidad de adhesión de la materia orgánica constituyen el mayor problema potencial en suelos, los microorganismos y el hombre (Sawatsky, 2010).

4.3. Remediación Ambiental

Los metales no se degradan, así que pueden acumularse en el ecosistema a través del tiempo provocando concentraciones elevadas, efectos adversos en la mayoría de los organismos; por ello, se han desarrollado técnicas para remediar a los suelos contaminados de metales pesados (Silva, 2013).

En términos generales las tecnologías de remediación de suelos abarcan todas aquellas operaciones que tienen por objetivo reducir la toxicidad, movilidad o concentración del contaminante presente en el medio, mediante la alteración de la composición de la sustancia peligrosa o del medio, a través de acciones químicas, físicas o biológicas. La elección de cada tecnología depende de las características del suelo y del contaminante, de la eficacia esperada y por supuesto de la factibilidad técnico-económica y el tiempo requerido para su ejecución. Existe una gran variedad de tecnologías de remediación, las cuales se pueden clasificar bajo distintos criterios: objetivo de la remediación, lugar en que se aplica el proceso de remediación y tipo de tratamiento utilizado. Además de los criterios anteriores, también pueden clasificarse en base al grado de desarrollo técnico en el que se encuentran (May, 2011).

Se han desarrollado diversas investigaciones sobre la remediación de suelos contaminados empleando tratamientos químicos, físicos o técnicas biológicas. Muchas de estas técnicas generalmente implican la degradación de la física del suelo a altos costos. Pero muy pocas con el uso de plantas (fitorremediación) ex situ, es utilizada para estabilizar metales pesados del suelo que son potencialmente tóxicos (Williamson, 2010).

4.4. Biorremediación Ambiental

La Biorremediación surge como una rama de la biotecnología que busca resolver los problemas de contaminación mediante el uso de seres vivos como plantas, hongos, bacterias naturales o modificadas genéticamente, capaces de degradar o neutralizar

compuestos que provocan desequilibrio en el medio ambiente ya sea en el suelo o agua, es una alternativa biológica que puede realizar in situ y ex situ (Plaza, 2015).

Los microorganismos alteran y destruyen las moléculas hidrocarbonadas en diversos procesos metabólicos, llegando incluso, a derivados en dióxido de carbono, iones minerales y agua: compuestos inocuos para el ambiente, tiene como objetivo aumentar y mejorar la biodegradación por los organismos, lo que se conoce como biorremediación intrínseca o por medio de la adición de organismos (bioaumentación) para complementar el proceso (Pothulur, 2010).

4.4.1. Tipos de Biorremediación

Según Pothuhr (2010), "los procesos de biorremediación generalmente se emplean mezclas de ciertos microorganismos o plantas capaces de degradar sustancias contaminantes tales como metales pesados y compuestos orgánicos derivados de petróleo o sintéticos. Los procesos de biorremediación pueden ser".

a) Degradación Enzimática

Consiste en agregar enzimas al sitio contaminado con el fin de degradar las sustancias nocivas. Estas enzimas se obtienen de microorganismos (hongos y bacterias) especialmente diseñados para así obtener grandes cantidades y de alta especificidad (Pothulur, 2010).

b) Remediación Microbiana

Esta remediación utiliza microorganismos directamente en el foco de la contaminación. Los microorganismos utilizados en Biorremediación pueden autóctonos del sitio contaminado o pueden provenir de otros ecosistemas, en cuyo caso deben ser agregados (May, 2011). Existen bacterias y hongos que pueden degradar con relativa

facilidad petróleo y sus derivados, benceno, tolueno, acetona, pesticidas, herbicidas, éteres, alcoholes simples, entre otros. Los metales pesados como uranio, cadmio y mercurio no son biodegradables, pero las bacterias pueden concentrarlos de tal manera de aislarlos, para que sean eliminados más fácilmente (Hiroshi, 2011).

c) Fitorremediación

Es la descontaminación de los suelos, la depuración de las aguas residuales utilizando plantas que se adapten. Etimológicamente proviene del griego *phyton* = planta y del latín *remediumó* remediare = restablecer el equilibrio, la remediación. La fitorremediación no es un concepto nuevo, pues desde hace 3000 años los hombres han utilizado la capacidad natural de purificación de las plantas para el tratamiento del agua (Silva, 2013).

La fitorremediación es un conjunto de tecnologías que utiliza las plantas para reducir, degradar o inmovilizar compuestos orgánicos contaminantes (naturales o sintéticos), de la tierra, del agua o del aire y que provienen de las actividades humanas. Esta técnica también puede tratar la contaminación por compuestos inorgánicos (metales pesados o radioisótopos) (Silva, 2013). Según la planta y el agente contaminante, la fitorremediación puede producirse por:

- Acumulación del contaminante en las partes aéreas de la planta (por ejemplo: metales pesados),
- Absorción, precipitación y concentración del contaminante en raíces (por ejemplo: metales pesados, isótopos radioactivos),
- Reducción de la movilidad del contaminante para impedir la contaminación de aguas subterráneas o del aire (por ejemplo: lagunas de desecho de yacimientos mineros),
- Desarrollo de bacterias y hongos que crecen en las raíces y degradan contaminantes (por ejemplo: hidrocarburos del petróleo, benceno, etc.),

- Captación y modificación del contaminante para luego liberarlo a la atmósfera con la transpiración (por ejemplo: mercurio, selenio y metales clorados),
- Captación y degradación del contaminante para originar compuestos menos tóxicos (por ejemplo: pesticidas, herbicidas, TNT, etc.).

Según Bonilla en el 2013 dice que "La Fitotecnología reúne un gran número de ventajas como: limpieza, economía, no utilizan reactivos químicos, no afectan negativamente a la estructura del suelo, solo se aplican prácticas agrícolas comunes y procesos de contaminación, se puede realizar "in situ o ex situ dependiente del espacio y cantidad de contaminación.

4.5. Principio de la Fitorremediación

Esta tecnología de remediación se basa en el crecimiento de diferentes especies vegetales los cuales absorben los metales del suelo. Así, la fitorremediación tiene diferentes ventajas sobre otras alternativas. Entre ellas, previene la dispersión de los contaminantes a áreas circundantes, estimula la inmovilización microbiana de metales pesados en la rizosfera y, cuando se utiliza en paisajismo, recupera la belleza natural del ambiente (Siebeilec, 2010).

El éxito de la fitorremediación depende de: propiedades del suelo, contenido de metales, factores climáticos y el vegetal (Borggaard, 2015). Entre ellos, el efecto del contenido de materia orgánica y la composición mineral afecta la retención del metal pesado (Holm, 2013). El éxito de una especie vegetal para su uso en la remediación depende de la tolerancia al metal, tamaño, tasa de crecimiento y profundidad de las raíces, acumulación de metales en la parte aérea y adaptación a las condiciones climáticas y resistencia a enfermedades (Kirkham, 2013).

La fitorremediación puede usar diferentes mecanismos para la remoción de contaminantes. Se han identificado los siguientes grupos principales de mecanismo de fitorremediación que son:

a) **Fitoextracción/fitoacumulación:** Consiste en la absorción de contaminantes por las raíces, tallos o follaje usando plantas acumuladoras de elementos tóxicos o compuesto orgánico para retirarlos del suelo mediante su absorción y su concentración en las partes coséchales sin presentar síntomas de toxicidad. La selección de las plantas debe realizarse considerando el tamaño de las raíces, la tasa de crecimiento, acumulación de contaminante, biomasa y potencial de evapotranspiración. Los pastos, musgos y helechos son el género que presentan mayor adaptabilidad a las diferentes condiciones ambientales y pueden captar gran cantidad de contaminantes (Perez, 2015).

b) **Fitodegradación:** Uso de plantas y microorganismos asociados para degradas contaminantes orgánicos en moléculas más simples. En determinadas ocasiones, los productos de la degradación le sirven a la planta para acelerar su crecimiento en otros casos los contaminantes son biotransformados (Bonilla, 2013).

c) **Rizofiltración:** Uso de raíces para absorber y adsorber contaminantes del agua y de otros efluentes acuosos. Se prefieren raíces de plantas terrestres con alta tasa de crecimiento y área superficial para absorber, concentrar y precipitar contaminantes (Bonilla, 2013).

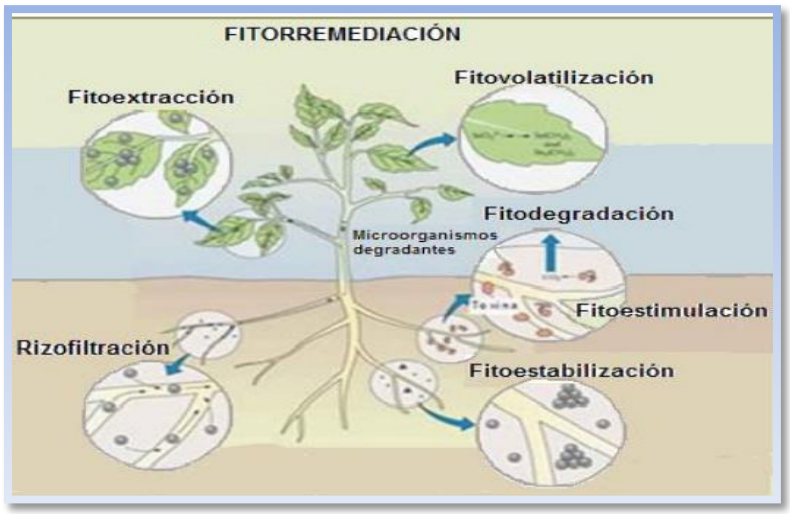
d) **Fitoestabilización/rizodegradación:** Las plantas generan los exudados radiculares que estimulan el crecimiento y área superficial para absorber, concentrar y precipitar contaminantes (Celis, 2010).

e) **Fitovolatilización:** Uso de plantas para eliminar los contaminantes del lugar mediante su volatilización y para eliminar contaminantes del aire. Se produce a medida que las plantas en crecimiento absorben agua junto con los contaminantes orgánicos solubles. Algunos de los contaminantes pueden llegar hasta las hojas y evaporarse o volatilizarse a la atmosfera (Borggaard, 2015).

f) **Fitoinmovilización:** Uso de las raíces de las plantas para la fijación o inmovilización de los contaminantes en el suelo (Ellisti, 2012).

De hecho, algunas plantas poseen una alta capacidad de tolerar y de acumular los metales, los concentran en sus raíces, y finalmente los desplazan a las partes aéreas. Aunque la mayor parte de las plantas tolerantes acumulan los metales pesados en sus sistemas de raíces y solamente una proporción mínima alcanza las partes aéreas, las plantas hiperacumuladoras pueden almacenar de 10 a 500 veces más metales en sus vástagos y hojas que las especies normales (Valencia, 2013).

Figura 1. Mecanismos de fitorremediación



Fuente: (Bonilla, 2013).

4.5.1. Fases de la fitorremediación

La fitorremediación del suelo o agua que generalmente consiste en el uso de plantas con capacidad de captar en sus raíces los contaminantes y transportarlos hacia el tallo y las hojas para que estos se eliminen mediante los mecanismos de la fitorremediación (Bonilla, 2013).

Una planta acumuladora puede realizar cualquiera de los mecanismos de fitorremediación siguiendo tres fases que son: absorción, excreción y desintoxicación de contaminantes.

a) **Absorción:** La absorción de contaminantes se realiza a través de las raíces y las hojas mediante los estomas y la cutícula de la epidermis. La absorción ocurre en la rizodermis de las raíces jóvenes, que absorben los compuestos por osmosis dependiendo de factores externos como la temperatura y el pH del suelo (Valencia, 2013).

b) **Excreción:** Los contaminantes que se absorben por las raíces, se excretan vía hijas (fitovolatilización). Cuando las concentración de los contaminantes son elevadas, solo pequeñas fracciones (menos 5%) se excretan sin cambios en su estructura química (Barnett, 2010).

c) **Desintoxicación de contaminantes:** La desintoxicación de los compuestos orgánicos se lleva a cabo por la vía de la mineralización hasta dióxido de carbono en el caso de contaminantes químicos orgánicos que se degradan; para altas concentración se utiliza la incineración controlada y se desechan las cenizas en los lugares disponibles para este fin (Chen, 2010).

4.5.2. Ventajas y desventajas de la Fitorremediación

El siguiente cuadro indica las ventajas y desventajas del proceso de fitorremediación.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de la fitorremediación

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Se puede realizar *in situ* y *ex situ.* 2. Es una tecnología sustentable. 3. Es eficiente tanto para contaminantes orgánicos como inorgánicos. 4. No requiere personal especializado para su manejo. 5. No requiere consumo de energía 6. Solo requiere de prácticas agrícolas tradicionales. 7. Actúa positivamente sobre el suelo o agua, mejorando sus propiedades físicas y químicas, debido a la formación de una cubierta vegetal. 8. Es de bajo costos.	1. En especies como árboles o arbustos, la fitorremediación es un proceso relativamente lento. 2. El crecimiento de las plantas está limitado por concentraciones tóxicas de contaminantes. 3. No todas las plantas son tolerantes o acumulantes. 4. Requiere de una disposición adecuada de las plantas o biomasa, una vez que son cosechadas. 5. Puede afectar la biodiversidad si se introducen especies no nativas para remediar.

Fuente: (Bermeo, 2010).

4.6. Descripción botánica de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

4.6.1. Descripción taxonómica de *Impatiens balsamina* (L) Huth

Es una planta anual, frecuentemente utilizada en jardinería, que no suele sobrepasar los 100 centímetros, de tallos erguidos, carnosos e hinchados en nudos y rectos muy divididos. Sus raíces son ramificadas. Las hojas son lanceoladas y de color verde claro, tienen cortos peciolos y bordes aserrados. Las flores nacen en las axilas de las hojas, sobre todo en las de la parte superior y pueden encontrarse en colores variados, desde el blanco al amarillento o rojizo, aunque predominan los tonos rosas o púrpuras. Existen variedades simples, dobles o semidobles y su floración es muy abundante. Su origen está en la China e India y fue introducida en Europa durante la primera mitad del siglo XVI y en la actualidad se extiende en toda América (Hollowell, 2012).

Los factores abióticos para el desarrollo de *Impatiens balsamina* son los siguientes:

- **El pH:** Esta planta ronda el pH entre 5,5 a 7,0. por lo que también es bueno mezclar al sustrato algo de turba aportando materia orgánica (Barnett, 2010).

- **Luz:** Es muy tolerante con la mayor o menor iluminación que tenga. A mayor iluminación, más florecerá. Un exceso de sol de tarde directo sobre la planta puede deshidratarla, necesitando mayor aporte de agua, pero puede terminar aclimatándose (Barnett, 2010).

- **Temperatura**: Es bastante tolerante al calor mientras reciba suficiente agua, no soporta el frío; su tallo se deteriora con las heladas (Barnett, 2010).

- **Agua:** Tolera mejor un exceso de riego que la sequía. Necesitan más agua en verano y en época de crecimiento, y menos en invierno. Un signo evidente de que necesita agua, además de observar la sequedad de la tierra, es que las hojas se ponen lacias, decaídas (Idárraga, 2011).

- **Tierra:** No es muy exigente. Suele generar mucha raíz, por lo que es mejor tener una sola planta por maceta, e ir cambiándola a una mayor cada cierto tiempo (Cubillos, 2011).

- **Humedad:** Es recomendable que estén en sitio aireado, aunque no con corrientes de aire. En ambientes muy secos pueden sufrir el ataque de ácaros. Si la calefacción está muy fuerte y reseca mucho el ambiente, se puede pulverizar con agua sobre la planta; cuidado con los hongos que se instalan en los pulverizadores (Barnett, 2010).

- **Poda:** Se pueden quitar las hojas con manchas o enfermas, para que salgan hojas nuevas. Admite poda, según la conveniencia de espacio, aprovechando las ramas cortadas para conseguir esquejes (Barnett, 2010).

- **Multiplicación:** Es fácil por medio de esquejes. Se meten en agua y en unos diez días tendrán raíces. Cuando sean suficientemente abundantes, se pueden plantar (Barnett, 2010).

- **Plagas y enfermedades:** Tenemos los ácaros y la mosca blanca también puede proliferar, aunque es fácil de eliminar con cualquier insecticida del tipo "hogar y plantas" (Gutierrez, 2012).

Impatiens balsamina (L) Huth puede ser anual, vivaz o bianual. Las anuales se mueren al final de su ciclo, las vivaces suelen perder sus hojas y tallos y las bianuales siguen ahí esperando a la floración el año próximo (Barnett, 2010).

Según Idárraga en el 2011, señalan la siguiente descripción taxonómica de *Impatiens balsamina* (L) Huth:

Cuadro 2. Descripción Taxonómica de *Impatiens balsamina* (L) Huth

CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Ericales
Familia:	BALSAMINACEAE
Género:	*Impatiens*
Especie:	*balsamina*
Clasificador:	(L) Huth
Nombre común:	Alegría de casa, alegría, Caballero

Elaborado por: La Autora

Foto 1. *Impatiens balsamina* (L) Huth

La tecnología de regeneración del suelo con plantas es segura, barata y eficaz, y está centrando los esfuerzos en Investigación + Desarrollo del sector en todo el mundo.

4.6.2. Descripción taxonómica de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Los helechos son plantas vivaces, originarias de zonas ecuatoriales y tropicales húmedas (Adiantum, Asplenium, Platicerium), de regiones tropicales y subtropicales (Nephrolepis, Pteris) y de regiones donde el clima es de tipo mediterránea (Idárraga, 2011).

Debido a la belleza de su follaje, *Nephrolepis* son ornamentales, se han hecho muy populares tanto en arreglos florales (confección de ramos, centros y composiciones florales, ya que sus hojas ofrecen una adaptabilidad a la confección de estos, como elementos centrales o complementarios) así como en jardines y en plantas de interior (Idárraga, 2011).

La especialización en la producción de jóvenes helechos se generaliza cada vez más, al tratarse de plantas habitualmente resistentes, a condición de no exponerlas excesivamente ni al sol ni a la sombra y que tengan una temperatura constante entre 12 y 18ºC (Bermello, 2011).

Hasta mediados del siglo XX, los helechos eran muy populares como plantas de interior, pero debido a la introducción de la calefacción central en las viviendas, esta

popularidad disminuyó, pues el aire seco es perjudicial para los helechos. Actualmente la aclimatación ha mejorado mucho y la gente ha vuelto a apreciarlos (Celis, 2010).

Forman plántulas muy tupidas de hojas verdes largas ligeramente colgantes las adultas que pueden llegar casi a medir un metro; tienen unos rizomas cortos y con escamas de las que brotan los estolones; los múltiples folios de la hoja, suelen estar separados unos de otros y pueden ser lisos o rizados. Tiene un crecimiento rápido y en un par de años, se llega a formar un adulto. No tiene flores y no es oloroso (Idárraga, 2011).

Se reproduce por las esporas que aparecen en el envés de los frondes pero es un proceso largo, laborioso y no muy apto para los aficionados. Las mejores maneras son la división de mata en varios trozos o aprovechar los pequeños helechos que se forman en los estolones y en las raíces (Idárraga, 2011).

Los factores abióticos para el desarrollo de *Nephrolepis exaltata* son los siguientes:

- **Luz:** El helecho espada o *Nephrolepis*, necesita luz de calidad, no sol directo. Pueden soportar hasta 3ºC siempre que estén bastante secos (Bermello, 2011).

- **Riego:** Debe regarse con regularidad, empleando agua blanda. Debe mantenerse el suelo húmedo (Idárraga, 2011).

- **Abono:** Alimenta las plantas de manera regular mediante un fertilizante líquido en la mitad de dosis recomendada por el fabricante (Chen, 2010).

- **Temperatura**: de 19 a 20ºC

- **Plagas:** Tenemos las cochinillas y Nemátodo foliar.

Cochinillas: Es la plaga más habitual de los helechos. Los frondes aparecen cloróticos, deformados y pegajosos debido a la melaza que excretan las propias cochinillas.

Nemátodo foliar (*Helenchoides fragariae*): Provocan graves daños en las hojas, se reconoce por el color pardo rojizo de la base de los frondes.

- **Enfermedades:** Las enfermedades que *Nephroleis exaltata* pueden tener son Botrytis y Pythium.

  Botrytis: es el exceso de humedad o el riego directo puede ocasionar ataques de Botrytis sobre los frondes de Nephrolepis exaltata.

  Pythium: ataca sobre todo las raíces de las plantas jóvenes.

- **Virus:**

  Fern virus: Es transmitido por áfidos infectando al género Pteris, siendo el responsable de graves deformaciones foliares.

Se aconseja comercializar *Nephrolepis* en fundas, ya que se protege las plantas contra daños y se limita la evaporación. Además se aprovecha mejor el espacio durante el transporte. Pero, al almacenar las plantas, es mejor quitar las fundas temporalmente (Barnett, 2010).

Los helechos o *Nephrolepis exaltata* (L) Schott son plantas milenarias y ornamentales con características únicas dentro del reino vegetal. Poseen un ciclo reproductivo muy particular, ya que a diferencia de casi todas las plantas, los helechos no se reproducen por semillas sino que lo hacen a través de la producción y liberación de miles de esporas. Esta hermosa planta proveniente de zonas cálidas y húmedas se ha convertido, gracias a su vistosidad y adaptabilidad, en invitada permanente en hogares y oficinas. Se estima que existen más de diez mil especies de helechos en todo el planeta (Barnett, 2010).

Según Idárraga en el 2011, señalan la siguiente descripción taxonómica de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott:

Cuadro 3. Descripción Taxonómica de *Impatiens balsamina* (L) Huth

CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA	
Reino:	Plantae
División:	Pteridophyta
Clase:	Pteridopsida
Orden:	Polypodiales
Familia:	LOMARIOPSIDACEAE
Género:	*Nephrolepis*
Especie:	*exaltata*
Clasificador:	(L) Schott
Nombre común:	Helecho, helecho rizado

Elaborado por: La Autora

Foto 2. *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

4.7. Investigaciones de antecedentes.

El doctor Chen Tongbin, del Instituto de Investigación de Ciencias Geográficas y Recursos Naturales de la Academia de Ciencias de China, descubrió por primera vez, hace unos años, que un tipo de helecho, el pteris vittata, también conocido en inglés como ladder brake, tiene una capacidad extraordinaria para absorber arsénico y otros metales pesados, cientos de miles de veces mayor que la de una planta normal (Chen, 2010).

Con el apoyo del Plan Estatal de Investigación + Desarrollo en Alta Tecnología, los expertos de Costa Rica han logrado resolver los problemas técnicos en cuanto al cultivo de tejidos de plantas y brotes y han optimizado la tecnología de regeneración biológica de suelos, actualmente han comenzado a descubrir un método de biorremediación a través de *Impatiens balsamina* en suelos contaminados por hidrocarburos obteniendo principios descontaminantes de esta especie de planta (Barnett, 2010).

Según Gutiérrez en el año 2012, en una investigación realizada en México denominada "diseño de un sistema de tratamiento para la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos (derrame) ex situ", expone una metodología de fitorremediación con *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* por parcelas, de un metro de profundidad por dos metros de largo y dos metros de ancho entrando un total 150 plántulas por especie, en un total de cinco parcelas por especie. Impermializando el suelo con arcilla roja y carbonato de Calcio (limpiadas las plántulas con agua limpia); obteniendo una línea base de suelos: Plomo 875,96 mg/kg; Cadmio 46,13 mg/kg; Cobre 84,01 mg/kg; Zinc 113,00 mg/kg; Cromo 94,03 mg/kg y Níquel 234,79 mg/kg parámetros establecidos en la Ley Ambiental Mexicana Tabla 1 con muestras complejas evidenciando saturación en el suelos por contaminantes hidrocarburífera. Obteniendo como datos finales en análisis de suelo *Impatiens balsamina:* en Cadmio 10,22 mg/kg; Cobre 57,02 mg/kg; Plomo 528,76 mg/kg; Cobre 35 ,00 mg/kg y Zinc 46,85 mg/kg y *Nephrolepis exaltata*: en Cadmio 12,34 mg/kg; Cobre 60,86 mg/kg; Plomo 586,77 mg/kg; Cobre 46,97 mg/kg y Zinc 47,11 mg/kg en esta investigación no se realizaron análisis bromatológicos. Concluyendo que *Impatiens balsamina* más que *Nephrolepis exaltata* (Gutierrez, 2012).

Según Pozzo en el año 2012 la empresa SWACO de Argentina, prestadora de Servicios a la empresa PAN AMERICAN ENERGY, la consultora GEOciencia, elaboró un "PLAN DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS DE PERFORACION (cutting base hidrocarburos) POR BIODEGRADACION CON *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* EN SUELOS", in situ. Las parcelas son de 0,75metros de profundidad por 1,5 metros de largo y 1,5 metros de ancho entrando un total 100 plántulas por especie, en un

total de 10 parcelas por especie. Impermializando el suelo con arcilla roja y carbonato de calcio (limpiadas las plántulas con agua limpia). Con plantasen parcelas a condiciones normales en la fitorremediación, obteniendo como datos iniciales en análisis de suelo en Cadmio 68,60 mg/kg; Níquel 157,90 mg/kg; Plomo 968,20 mg/kg; Hidrocarburos totales 1.5763,64 mg/kg; pH 4,01 y Cromo 108,00 mg/kg. Y datos finales en análisis de suelo *Impatiens balsamina:* en Cadmio 9,12 mg/kg; Níquel 98,90mg/kg; Plomo 494,35 mg/kg; Hidrocarburos totales 3745,82 mg/kg y Cromo 39.56 mg/kg y *Nephrolepis exaltata*: Cadmio 10,60mg/kg; Níquel 100,42mg/kg; Plomo 497,57mg/kg; Hidrocarburos, en esta investigación no se realizaron análisis bromatológicos. Concluyendo que existe una descontaminación por estos tipos de plantas que son aptos para su utilización. Concluyendo que *Impatiens balsamina* más que *Nephrolepis exaltata* (Pozzo, 2012).

Sun Tieheng, rector de la Universidad de Shenyang y ex director del Instituto de Investigación en Ecología Aplicada de Shenyang, de la Academia de China, ha establecido un sistema de ingeniería centrado en el tratamiento ecológico de regeneración biológica (o biorremediación) de suelos contaminados con hidrocarburos con la utilización de *Impatiens balsamina* & *Nephrolepis exaltata* de ocho repeticiones en parcelas y macetas con suelos existentes de metales pesados y con la utilización del método de fitorremediación con *Impatiens balsamina* fue de un 58,95% y *Nephrolepis exaltata* de 49,60 % y en parcelas, respectivamente (Sun, 2010).

4.8. Marco legal del Ecuador.

El trabajo de investigación se fundamenta legalmente en las Leyes del Estado Ecuatoriano aplicable.

4.8.1. Constitución política del Ecuador.

Elaborada por la Asamblea Nacional y Aprobada en el Registro Oficial No 449 de 20 octubre del 2008, denominada también la Constitución de Montecristi.

El Estado Ecuatoriano, que norma y regula deberes, derechos y obligaciones de todos los elementos, entes y sujetos que conforman el Estado; así en lo que corresponde a los derechos de la naturaleza, demanda en los siguientes artículos:

Art. 3. Son deberes primordiales del Estado: literal 3. Fortalecer la unidad nacional en la diversidad. Y el literal 7. Son deberes primordiales del Estado, entre otros: proteger el patrimonio natural.

Art. 14. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15. El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

Art. 66. Numeral 19 se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Art. 71. La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72. La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73. El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 83. Numeral 6 establece respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Art. 395. La constitución reconoce principios ambientales, tales como: Modelo sustentable de desarrollo, política de gestión ambiental, participación de todos los ciudadanos en la ejecución de y control de toda actividad que genere impactos ambientales y disposiciones legales para la protección de la naturaleza.

Art. 396. El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño.

4.8.2. Ley de Gestión Ambiental

Publicada en el Suplemento del Registro Oficial # 418 del 10 de septiembre del 2004, previo a su actual status de codificada, la expedición de la Ley de Gestión Ambiental (D.L. No. 99-37 del 22 de julio de 1999 R.O. No. 245 del 30 de julio de 1999) normó por primera vez la gestión ambiental del Estado y origino una nueva estructura institucional. Además, se establecieron los principios y directrices de una política ambiental, determinando las obligaciones de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señalando los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Así mismo, establece como autoridad ambiental nacional al Ministerio del Ambiente que actúa como instancia rectora, coordinadora y reguladora del "Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental".

Los diversos organismos estatales y entidades sectoriales intervienen de manera activa en la descentralización de la gestión ambiental, prueba de aquello es que el 19 Ministerio del Ambiente asigna la responsabilidad de ejecución de los planes a todas las instituciones del Estado que tienen que ver con los asuntos ambientales

Art. 2. La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, 34 utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Art. 13. Siendo las Municipalidades y Consejos Provinciales quienes están interviniendo en este ámbito con la expedición de Ordenanzas Ambientales, siempre y cuando estén acreditados al Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA).

Debe remarcarse el Capítulo II, dedicado a la evaluación de impacto ambiental y del control ambiental, en el cual se establece que "las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión privados que puedan causar impactos ambientales.

Art. 19. Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control.

Art. 20. Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 40. Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo.

La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados. En caso de incumplimiento de la presente disposición, el infractor será sancionado con una multa de veinte a doscientos salarios mínimos vitales generales.

4.8.3. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, No 20, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No 418, del 10 de septiembre de 2004 describe lo siguiente:

Art. 16. Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 20. Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y relaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del

suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes".

4.8.4. Ley orgánica de Salud

Ley Orgánica de Salud No 67, publicada en el Suplemento del Régimen Oficial No 423, de 22 de diciembre de 2006, detalla a continuación lo siguiente:

Art. 7. Toda persona, sin discriminación por motivo alguno, tiene en relación a la salud, los siguientes derechos; Literal c. Vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación.

Art. 95. La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.

Art. 113. Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana.

Art. 118. Los empleadores protegerán la salud de sus trabajadores, dotándoles de información suficiente, equipos de protección, vestimenta apropiada, ambientes seguros de trabajo, a fin de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos, accidentes y aparición de enfermedades laborales.

Art. 147. La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los municipios, establecerá programas de educación sanitaria para productores, manipuladores y consumidores de alimentos, fomentando la higiene, la salud individual y colectiva y la protección del medio ambiente.

Art. 149. El desarrollo, tratamiento, elaboración, producción, aplicación, manipulación, uso, almacenamiento, transporte, distribución, importación, comercialización y expendio de alimentos para consumo humano que sean o contengan productos genéticamente modificados, se realizará cuando se demuestre ante la autoridad competente, mediante estudios técnicos y científicamente avanzados, 37 su inocuidad y seguridad para los consumidores y el medio ambiente.

4.8.5. Texto Unificado de Legislación Medio Ambiental Secundaria.

Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, publicado en el Registro Oficial No 725 del 15 de diciembre de 2002 detalla lo siguiente:

Art. 1. Políticas básicas ambientales del Ecuador, el literal 17. "Reconocimiento que todas las actividades productivas son susceptibles a degradas y/o contaminar y que, por lo tanto, requieren de acciones energéticas y oportunas para combatir y evitar la degradación y la contaminación, hay algunas que demandan de la especial atención por los graves impactos que están causando al ambiente nacional.

Libro II (Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados).

Donde la norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina o establece:

- Normas de aplicación general para suelos de distintos usos.
- Criterios de calidad de un suelo.
- Criterios de remediación para suelos contaminados.
- Normas técnicas para evaluación de la capacidad agrológica del suelo.

Libro VI. De la calidad Ambiental, Anexo 2. Remediación de suelos

4.8.6. Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador – RAOHE

El Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador RAOHE, del Decreto Ejecutivo N° 1216, publicado en el Registro Oficial N° 265 de 13 de Febrero del 2001 establece los Instructivos para la Calificación y Registro de Consultores Ambientales Hidrocarburíferas, del Acuerdo N° 141 de 04 de Abril del 2001.

Art. 26. Es responsabilidad de los sujetos de control, el cumplimiento de las normas nacionales de seguridad e higiene industrial, las normas técnicas INEN, sus regulaciones internas y demás normas vigentes con relación al manejo y la gestión ambiental, la seguridad e higiene industrial y la salud ocupacional.

Art. 66. Manejo y tratamiento de descargas, emisiones y desechos. Toda instalación de industrialización deberá disponer de sistemas cerrados de tratamiento de efluentes, control de emisiones atmosféricas y desechos sólidos resultantes de los diferentes procesos, los mismos que deberán cumplir con lo establecido en los artículos 28, 29, 30, 31 y 32 de este Reglamento. Se priorizará el uso de tecnologías limpias. Literal b, b1, b2, b3, b4 y b5.

Art. 86. Los sujetos de control y sus operadoras y afines en la ejecución de sus operaciones, para descargas líquidas, emisiones a la atmósfera y disposición de los desechos sólidos en el ambiente, cumplirán con los límites permisibles que constan en los Anexos N° 1, 2 y 3 de este Reglamento, los cuales constituyen el programa mínimo para el monitoreo ambiental interno. Como está establecido en el literal b.4,

Tabla 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria Hidrocarburíferas, incluidas las estaciones de servicios.

4.8.7. Código Orgánico Integral Penal.

Código Orgánico Integral Penal del Registro Oficial N°180 del 2014.

Art. 69. Penas restrictivas de los derechos de propiedad.- Son penas restrictivas de los derechos de propiedad, como lo E.

Art. 71. Las penas específicas aplicables a las personas jurídicas, como lo establecen en el literal cinco.

Art. 77. La reparación integral radicará en la solución que objetiva y simbólicamente restituya, en la medida de lo posible, al estado anterior de la comisión del hecho y satisfaga a la víctima, cesando los efectos de las infracciones perpetradas. Su naturaleza y monto dependen de las características del delito, bien jurídico afectado y el daño ocasionado.

Art. 252. La persona que contraviniendo la normativa vigente, en relación con los planes de ordenamiento territorial y ambiental.

Art. 258. Pena para las personas jurídicas en los delitos previstos en este Capítulo, si se determina responsabilidad penal para la persona jurídica se sancionará con las siguientes penas: como lo establece en el numeral uno, dos y tres.

4.9. Marco Conceptual

Ambiente: Conjunto de elementos bióticos y abióticos, y fenómenos físicos, químicos y biológicos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Generalmente se le llama medio ambiente (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Biorremediación: Proceso de remediar sitios contaminados que aprovecha el potencial de ciertos microorganismos de degradar y descomponer los contaminantes orgánicos, optimizando a través de técnicas mecánicas y físico-químicas las condiciones para la acción microbiológica (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Biota: Conjunto de todos los seres vivos de un área determinada (animales, plantas, microorganismos) (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Calidad Ambiental: El control de la calidad ambiental tiene por objeto prevenir, limitar y evitar actividades que generen efectos nocivos y peligrosos para la salud humana o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

Conservación: Es la administración de la biosfera de forma tal que asegure su aprovechamiento sustentable (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

Contaminación: Es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

Desarrollo Sustentable: Es el mejoramiento de la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas; implica la satisfacción de las necesidades

actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones (Ley la Prevencion y Control de la Contaminacion Ambiental, 1999).

Diversidad Biológica o Biodiversidad: Es el conjunto de organismos vivos incluidos en los ecosistemas terrestres, marinos, acuáticos y del aire. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre varias especies y entre los ecosistemas (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

Derrame de hidrocarburos: Escape de hidrocarburos producidos por causas operacionales imprevistas o por causas naturales, hacia los diversos cuerpos de agua y suelos (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Diagnóstico ambiental: Entiéndase la descripción completa de la Línea Base en los Estudios Ambientales referidos en este Reglamento (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Ecosistema: Es la unidad básica de integración organismo- ambiente, que resulta de las relaciones existentes entre los elementos vivos e inanimados de una área dada (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

Equilibrio ambiental: O balance de la naturaleza es una teoría que propone que los sistemas ecológicos estén en un equilibrio estable, es decir, que un pequeño cambio en algún parámetro en particular será corregida por la retroalimentación negativa que traerá el nuevo parámetro para traer a su "punto de equilibrio" original con el resto del sistema (Borggaard, 2015).

Gestión ambiental: Conjunto de políticas, estrategias, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas y orientadas a lograr la máxima racionalidad en los procesos de conservación y protección del medio ambiente para garantizar el desarrollo sustentable, ejecutadas por el Estado y

la sociedad (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

HAPs: Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH – abreviación del término inglés). Los HAP es un grupo de compuestos de los cuales algunos son conocidos por su alto potencial cancerígeno (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Límite permisible: Valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s) en los diferentes componentes del ambiente, determinado a través de métodos estandarizados, y reglamentado a través de instrumentos legales (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Mejoramiento: Es el incremento de la capacidad de un ecosistema o de una población para satisfacer una función particular o para rendir un producto determinado (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

mg/l, mg/kg: Unidades de concentración: mg/l (miligramos por litro); mg/kg (miligramos por kilogramo). Las dos unidades se refieren en la bibliografía muchas veces como ppm (partes por millón) (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Monitoreo (ambiental): Seguimiento permanente mediante registros continuos, observaciones y mediciones, muestreos y análisis de laboratorio, así como por evaluación de estos datos para determinar la incidencia de los parámetros observados sobre la salud y el medio ambiente (= monitoreo ambiental). El monitoreo se realiza a diferentes niveles:

- interno a nivel de la industria: automonitoreo;
- externo a nivel de la comunidad: vigilancia;
- externo a nivel de entes gubernamentales: control y/o fiscalización.

Muestreo: Herramienta de la investigación, su función básica es determinar la parte de una realidad en el estudio (población o universo), obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población (Bonilla, 2013).

Potencial Hidrogeno – pH: Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa, el pH neutro es 7: si el número es mayor, la solución, es básica, y si es menor, es ácida (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

Tecnologías Alternativas: Aquellas que suponen la utilización de fuentes de energía permanente, ambientalmente limpias y con posibilidad de uso generalizado en lugar de las tecnologías convencionales (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

TPH: Total de hidrocarburos de petróleo (solubles o recuperables en ciertos solventes). Sinónimo: hidrocarburos minerales (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

RAOHE: Reglamento Ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.

Recursos Naturales: Son elementos de la naturaleza susceptibles de ser utilizados por el hombre para la satisfacción de sus necesidades o intereses económicos, sociales y espirituales. Los recursos renovables se pueden renovar a un nivel constante. Los recursos no renovables son aquellos que forzosamente perecen en su uso (Ley de Gestion Ambiental, 2004).

Residuo: Cualquier material que el propietario/productor ya no puede usar en su capacidad o forma original, y que puede ser recuperado, reciclado, reutilizado o eliminado (Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE, 2001).

e. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

El trabajo investigado fue indispensable la utilización de las siguientes herramientas, equipos y mapas de trabajo.

5.1.1. Materiales de campo

- Diario de campo
- Carta topográfica
- Plano de Orellana en formato ArcGIS 10.2.0
- Cinta métrica

5.1.2. Materiales de oficina

- Computadora
- Impresora
- Hojas de papel bond, marcadores BIC

5.1.3. Equipos

- GPS de precisión marca OREGON 300
- Impresora
- Computador portátil marca Dell
- Cámara fotográfica marca Vivitar, N/S ViviCam X018

5.1.4. Herramientas

- Barreta
- Guantes de nitrilo
- Papel aluminio
- Pala de jardinería
- Espátula
- Costales de quintal
- Fundas ziploc

5.1.5. Insumos

- Plantas de *Impatiens balsamina* (L) Huth
- Carbono de calcio CaCO3
- Plantas de *Nephrolepis exaltata*(L) Schott

5.2. Métodos

5.2.1. Ubicación del área de estudio

El Cantón Francisco de Orellana, más conocido como el Coca; se encuentra ubicado en la Región Amazonia Ecuatoriana, Limita al Norte con el Cantón Joya de los Sachas, al Sur con la Provincia de Napo, al Este con el Cantón Aguarico y al Oeste con el Cantón Loreto; está integrado por las parroquias de Alejandro Labaka, Dayuma, El Dorado, El Edén, García Moreno, Inés Arango, La Belleza, Nuevo Paraíso, San José de Guayusa, San Luís de Armenia y Taracoa, sus coordenadas UTM de referencia WGS 84 18S son 278748 y 9948427 (PDOT 2012-2022).

Esta investigación se desarrolló dentro de la Provincia de Orellana, Cantón Francisco de Orellana, parroquia Puerto Francisco Orellana, Calle Avenida nueve de Octubre y

Calle Amazonas entre las calles Fernando Roy y Reventador, para el muestreo de suelo contaminado con hidrocarburos derivados del petróleo y para la implementación de los bioensayos en la Calle Amazonas y Calle Miguel Gamboa.

5.2.2. Ubicación Política

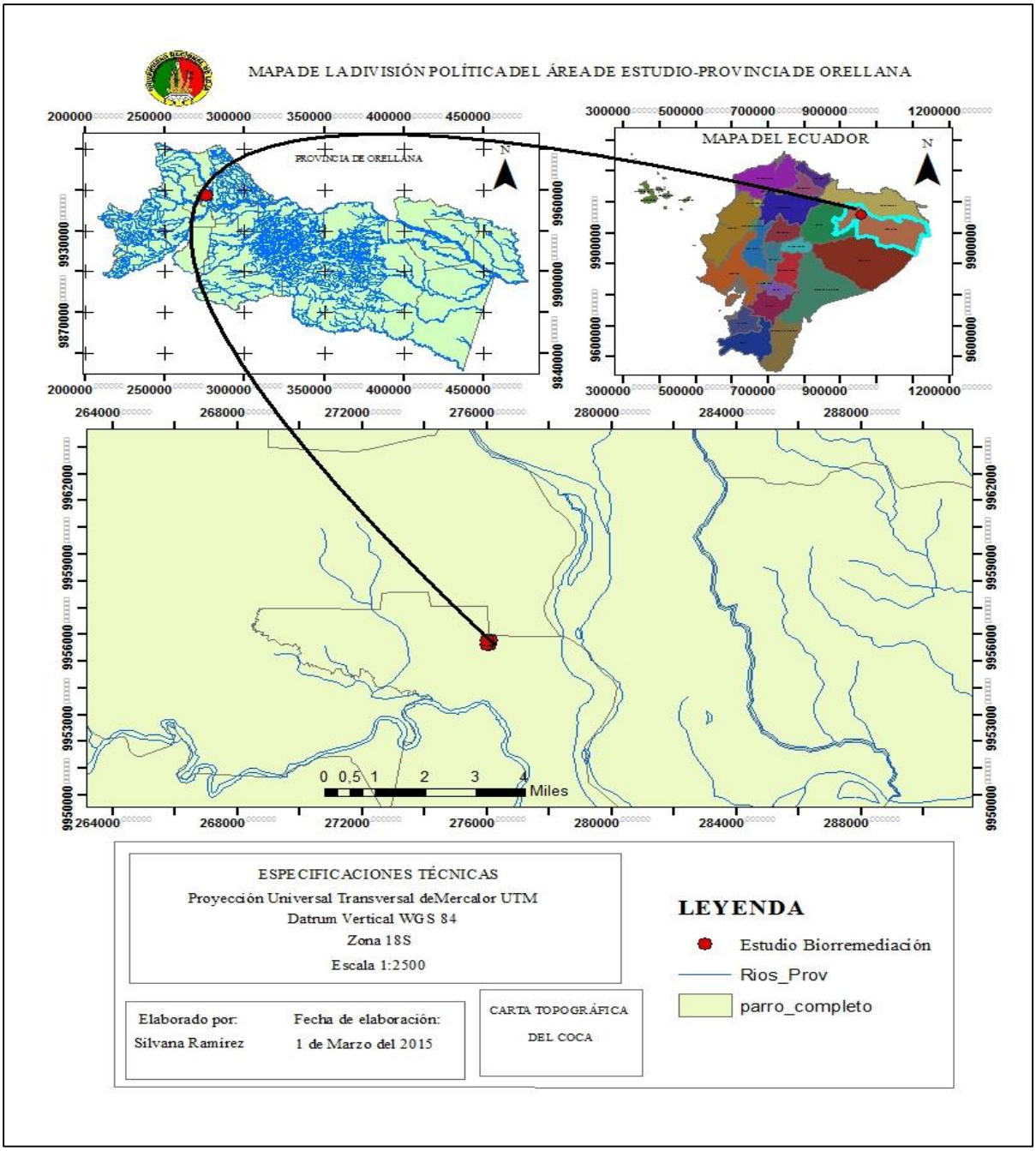


Figura 2. Ubicación político del área del estudio

5.2.3. Ubicación geográfica

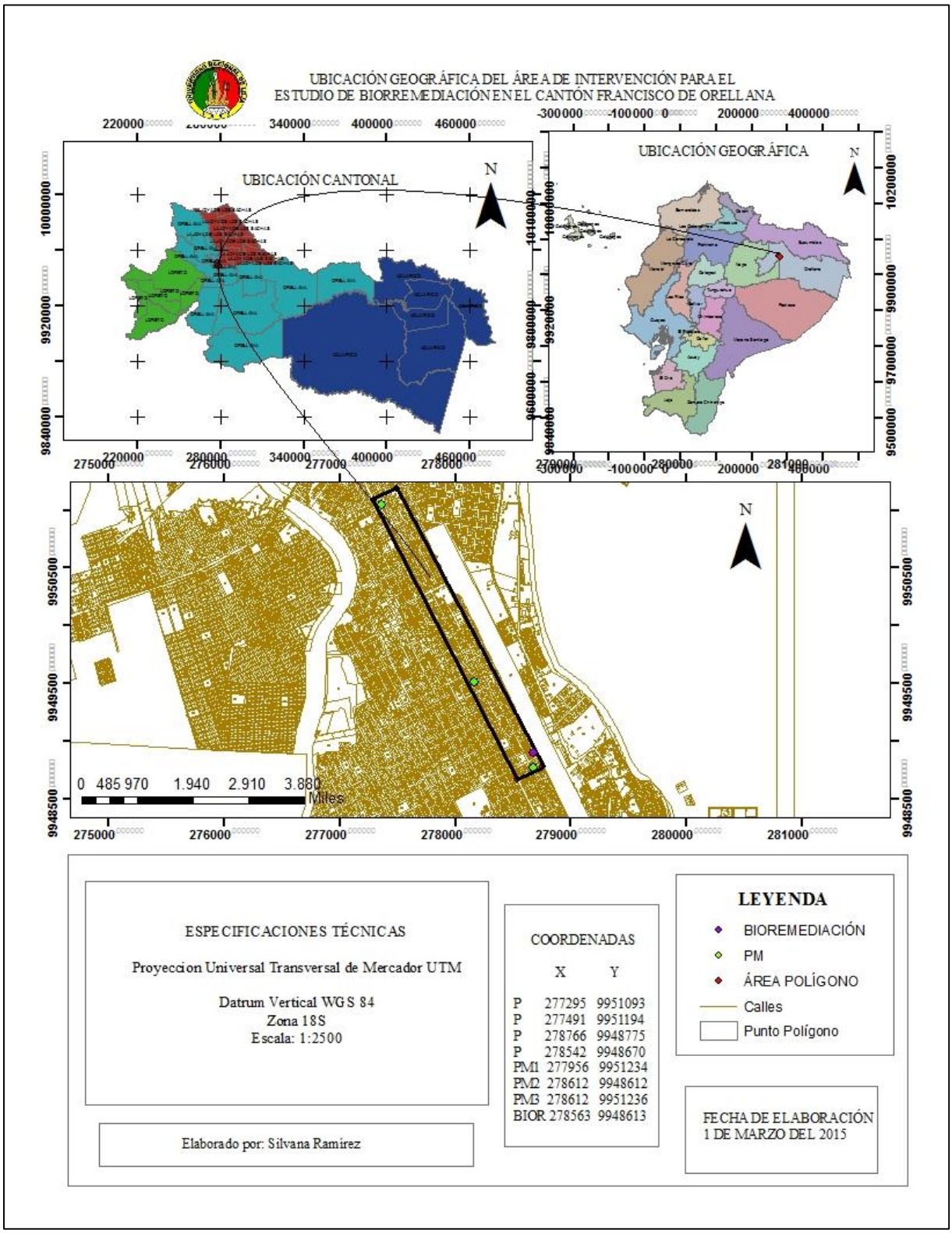


Figura 3. Ubicación geográfica del área del estudio

5.3. Aspectos Biofísicos y Climáticos

5.3.1. Aspectos Biofísicos

a. Flora

Dentro del Cantón Francisco de Orellana se han identificado 1.525 especies de árboles; 478 especies de lianas; 323 especies de arbustos; se han contabilizado 175 especies de epífitas; 271 especies de hierbas y finalmente 113 especies de helechos (GADPO, 2015).

Sin embargo, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Francisco de Orellana (PDOT 2012-2022), existe zonas que no han sido suficientemente estudiadas por lo que el número de especies podría ser mayor.

Entre las especies del cantón, 101 han sido catalogadas como endémicas, es decir, con características propias y que no se registra en otra zona y al menos 10 especies han sido registradas bajo el código de amenazadas según la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza UICN y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (PDOT 2012-2022).

Mediante una Evaluación Ecológica Rápida se determinó que en el lugar de la extracción del suelo contaminante existe una flora escasa, debido a la presencia de la población del Cantón Francisco de Orellana, a continuación se detalla en el Cuadro 4 las especies Frutales y el Cuadro 5 las especies Ornamentales dentro del área de estudio.

Cuadro 4. Especies Frutales dentro del área de estudio

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Guaba de monte	*Inga edulis sp* (Benth)	FABACEAE
Guayaba	*Psidium guayaba* Rich	MYRTACEAE
Limón	*Cirus limonum* (L) Burn	RUTACEAE
Coco	*Cocos nucifera* (L)Warb	MYRISTICACEAE
Papaya	*Carica papaya* (L) Kuntze	CARICACEAE
Plátano	*Musa paradisiaca* (L) Zingi	MUSACEAE
Mango	*Mangifera indica* (L) Wall	ANACARDIACEAE
Pomarrosa	*Syzygium jambos* (L) Alston	MYTOIDEAE

Fuente: (InfoJardin, 2015)

Cuadro 5. Especie Ornamentales del área de estudio

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Ficus	*Ficus benjamina* (L) Wall	MORACEAE
Orquídea	*Dichaesp* (L) (Cypripedium, Monopodial, Corallorhiza & Simpodial)	ORCHIDACEAE
Palma de jardín	*Trachycarpus fortunei* (L) Hook	ARECACEAE
Helechos	*Nephrolepis exaltata* (L) Schott	LOMARIOPSIDACEAE
Caballero	*Impatiens balsamina* (L) Huth	BALSAMINACEAE
Cala	*Zantedeschia aethiopica* (L) Spreng	ARACEAS

Fuente: (InfoJardin, 2015)

b. Fauna

La inmensa mayoría de los estudios de fauna realizados dentro del Cantón Francisco de Orellana se han dirigido a conocer la fauna dentro del Parque Nacional Yasuní, logrando establecer un sin número de especies de fauna (PDOT 2012-2022).

En la zona de estudio se puede resaltar una fauna pobre debido a la presencia de la población del Cantón Francisco de Orellana, la fauna en su mayoría es de animales domésticos y un pequeño número de insectos, esos datos se determinaron mediante una

Evaluación Ecológica Rápida, a continuación se detalla en el Cuadro 6 las especies de Fauna Domestica y el Cuadro 7 las especies de Insectos dentro del área de estudio.

Cuadro 6. Especies de Fauna Domestica dentro del área de estudio

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Perros	*Canis familiares* (Linnaeus)	CANIDOS
Gatos	*Felis catus* (Schreber)	FELIDOS
Palomas	*Columba livia* (Temminck)	COLUMBIDAE
Gallinas/Gallos	*Gallus domesticus* (Linnaeus)	PHASIANIDAE
Patos	*Anatidae* (Vigors)	ANATIDAE

Fuente: (Fauna Silvestre en Ecuador y Galapagos, 2015)

Cuadro 7. Especies de Insectos dentro del área de estudio

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Mariposas	*Bombycidae* (Latreile)	BOMBYX
	Nymphalidae (Rafinesque)	BRINTESIA
	Noctuidae (Latreille)	CATOCALA
Moscas	*Calliphoridae* (Spp) Auchmeromyi	CHLOROPROCTA
Abejas	*Apis mellifera* (Linnaeus)	APIDAE
Hormigas	*Solenopsis saevissima* (Invasive)	FORMICIDAE
	Camponotus (Mus)	FORMICIDAE
	Acromyrmex (Lundi)	FORMICIDAE
Avispas	*Linepithema humile* (Mayr)	FORMICIDAE
	Pepsis (Spp)	POMPILIDAE
	Polistes canadienses (L) Hymenoptera	VESPIDAE

Fuente: (Fauna Silvestre en Ecuador y Galapagos, 2015)

c. Suelo

En términos generales, a nivel cantonal predominando los suelos con texturas arcillosas, cuya característica principal es su coloración rojiza, baja permeabilidad, pobreza en nutrientes, concentraciones de aluminio a niveles tóxicos, muy susceptible a la compactación, entre otras limitaciones que restringen ampliamente la actividad agro-productiva. La clase taxonómica predominante corresponde a Typic y/o Oxic

Dystrudepts (suelos rojos), con 285.743,88 ha., que representa el 40,5% del territorio cantonal (GADPO, 2015).

En el área de estudio se puede observar suelos arenosos que filtra el agua rápidamente, con baja materia orgánica por lo que es poco fértil, suelo limoso poco pedregoso y suelo arcilloso luego de los cinco metros.

d. Geomorfología

Geomorfológicamente, Francisco de Orellana presenta formaciones características de la llanura amazónica, con formas de origen acumulativo que por la cantidad de drenajes y ríos dobles presentes, han dado lugar a valles, terrazas y llanuras aluviales. Estas se dividen en tres grandes formas de relieve característicos, los cuales nos proporciona un total de 17 formas de relieve morfológico. De entre ellos predominan las colinas medias de origen tectónico erosivo (25,90% del territorio cantonal) y las llanuras aluviales bajas (13,69%) (PDOT 2012-2022).

e. Agua

De acuerdo con su situación geográfica, el cantón Francisco de Orellana está ubicado en la vertiente del Amazonas dentro del sistema hidrográfico y/o cuenca del “Río Napo”, conformada por las subcuencas hidrográficas correspondiente a los ríos: Curaray, Coca, Yasuní, Tiputini, Payamino, Indillamay los drenajes menores. Con respecto a la calidad del agua, Los GADs locales (GADMFO y GAPO), junto con algunas ONGs y organizaciones han implementado iniciativas de monitoreo y control de calidad de las aguas de las fuentes hídricas del cantón y la provincia de Orellana (GADPO, 2015).

Tabla 1. Hidrología del Cantón Francisco de Orellana

CUENCA	SUBCUENCA	SUPERFICIE (ha)	%
RÍO NAPO	Drenaje menores	135.061,00	19,16
	Río Coca	29,125.00	4,13
	Río Payamino	80.408,00	11,41
	Río Yasuni	2´145.040,00	00,3
	Río Curaray	88.218,00	12,52
	Río Tiputini	310.086,00	44,00
	Río Indillana	59.711,00	8,47
Total		704.755,00	100,00

Fuente: (GADPO, 2015)

f. Aire

Si bien se identifican varias fuentes de contaminación del aire (pozos petroleros, mecheros, vehículos), no se cuenta con información que determine su calidad, ni a nivel urbano y mucho menos a nivel rural. Por otro lado, la actividad industrial, de movilización y transporte aéreo y fluvial son las principales fuentes de ruido identificadas en el interior del cantón. Los mayores niveles de ruido registrados, se localizan en el área urbana del cantón Francisco de Orellana, encontrándose en un rango de 42 dB y 81 Db (GADPO, 2015).

5.3.2. Aspectos Climáticos

a. Climatología

En general el clima del cantón es esencialmente tropical cálido húmedo. La temperatura promedio anual asciende a los 26°C. La información del diagnóstico realizado por el GADPO se consideró la información recopilada de las dos estaciones ubicadas en el cantón, periodo 2015, logrando establecer el comportamiento de los siguientes parámetros climáticos: precipitación, temperatura y humedad relativa cuyos valores promedio se expone a continuación (GADPO, 2015).

b. Pluviosidad

Los niveles de precipitación son constantes, con un promedio anual de 2800 mm a 4500 mm de lluvia al año, siendo en Febrero hasta Abril los meses con mayor pluviosidad y los meses menos lluviosos son Agosto, Septiembre y Octubre (PDOT 2012-2022).

c. Temperatura

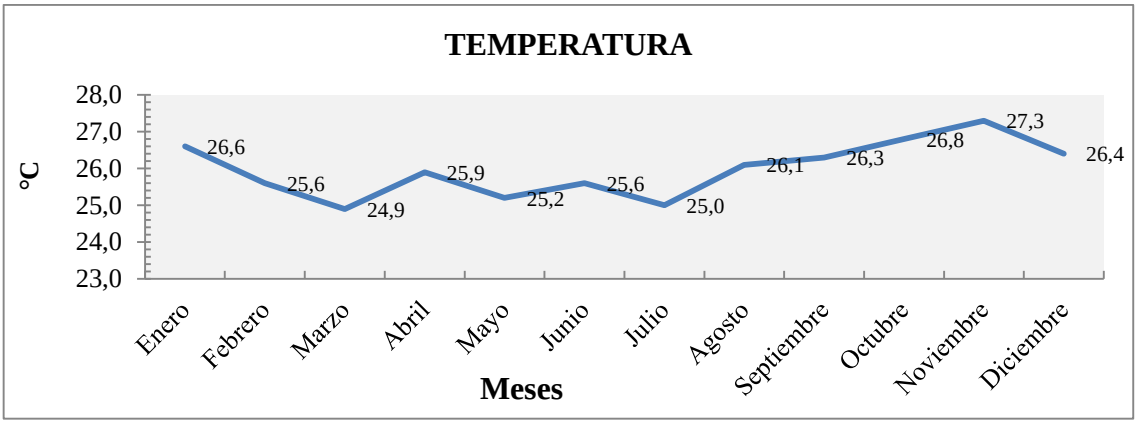
La temperatura máxima absoluta promedio anual en Orellana es de 27,30 °C, característico del clima de la región Muy Húmedo Tropical (Estación meteorológica Francisco de Orellana, 2015).

Tabla 2. Registro histórico climatológico del Cantón Francisco de Orellana, 2015

REGISTRO HISTÓRICO DEL CLIMA ABSOLUTA EN MEDIAS DE FRANCISCO DE ORELLANA - COCA				
MESES	**TEMPERATURA °C**	**PLUVIOSIDAD mm**	**HUMEDAD %**	**NUBOSIDAD OCTAS**
Enero	26,60	312,70	82	6
Febrero	25,60	271,90	84	7
Marzo	24,90	485,60	87	7
Abril	25,90	300,80	84	6
Mayo	25,20	275,40	84	7
Junio	25,60	235,00	82	6
Julio	25,00	273,50	84	6
Agosto	26,10	233,50	78	5
Septiembre	26,30	162,50	77	5
Octubre	26,80	220,90	78	5
Noviembre	27,30	185,90	77	5
Diciembre	26,40	333,80	80	6
Suma Total	311,70	3.291,60	977	71
Promedio	26,00	274,30	81	6

Fuente: (Estación Meteorológica Francisco de Orellana, 2015)

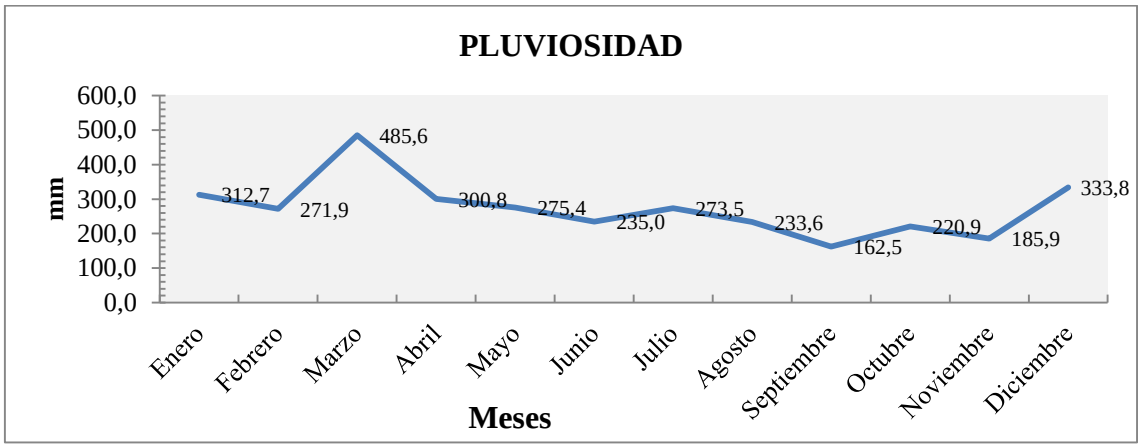
Gráfico 1.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: En el Gráfico 1, la temperatura absoluta media anual en el periodo 2015 es de 26,00 °C característico del clima muy húmedo tropical, con una sumatoria total de 311,70 °C, una temperatura máxima absoluta de 27,30 °C en el mes de Noviembre y una mínima absoluta de 24,90 °C en el mes de Marzo.

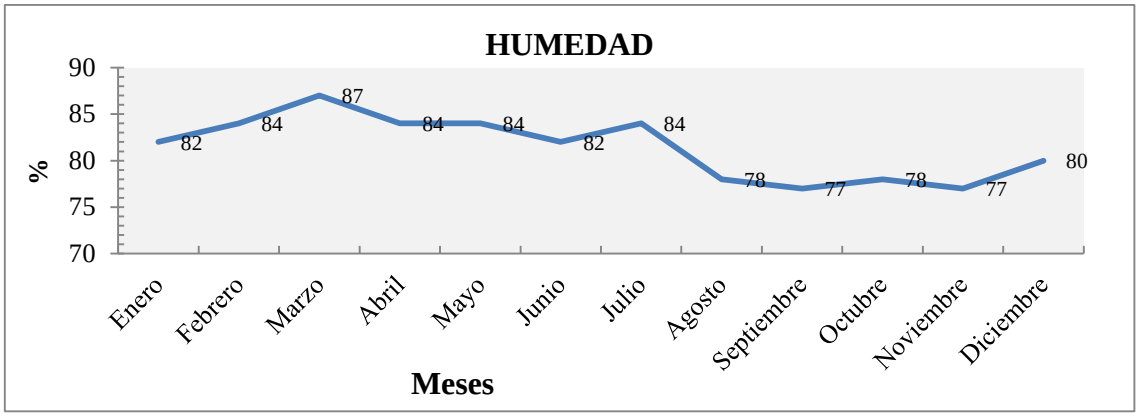
Gráfico 2.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 2, la Pluviosidad absoluta media anual en el periodo 2015 es de 274,30 mm característico del clima húmedo tropical, con una sumatoria total de 3.291,60 mm, una humedad máxima absoluta de 485,60 mm en el mes de Marzo y una mínima absoluta de 185,90 mm en el mes de Noviembre.

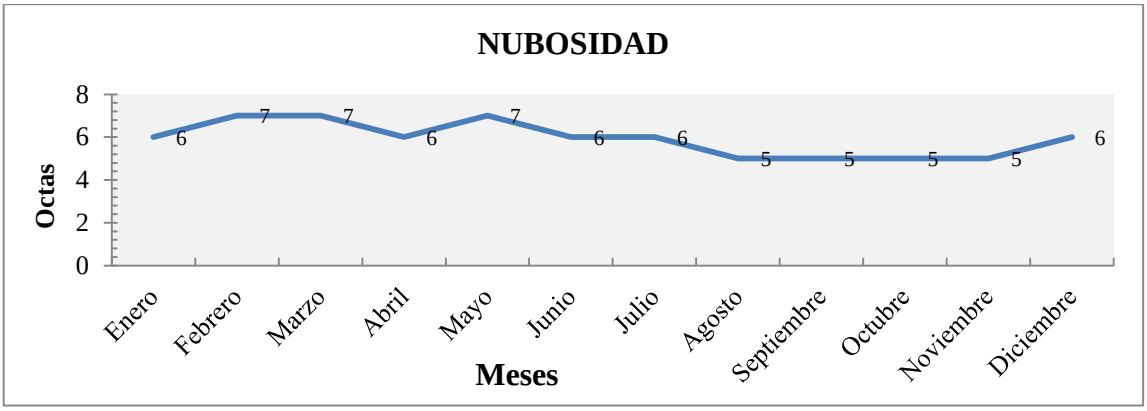
Gráfico 3.



Elaborado por: La Autora

Interpretación: El Gráfico 3, la Humedad absoluta media anual en el periodo 2015 es de 80 %, con una sumatoria total de 977 %, una humedad máxima absoluta de 87% en el mes de Marzo y una mínima absoluta de 77 % en los meses de Septiembre y Noviembre.

Gráfico 4.



Elaborado por: La Autora

Interpretación: En el Gráfico 4, la Nubosidad media anual en el periodo 2015 es de 71 octas, una nubosidad media máxima de siete octas en los meses de Febrero, Mayo y Marzo y una mínima de 5 octas en los meses de Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre.

5.4. Tipo de investigación

Para esta investigación se basó en aspectos sociales y ambientales de tipo experimental, para esto se utilizó experimentos en parcelas con dos repeticiones de dos tratamientos ex situ y llevados a laboratorio para su análisis (suelo y bromatológicos).

Es de campo ya que se efectuará la fase de recolección de datos en el tiempo en que esté ocurriendo los fenómenos a identificarse. Además, es bibliográfica por cuanto requiere de información indispensable para la comprensión del problema de investigación y para su correspondiente solución.

A continuación se presenta el esquema de los bioensayos aplicados de remediación de suelos contaminados por derivados del petróleo con la utilización de los dos tratamientos.

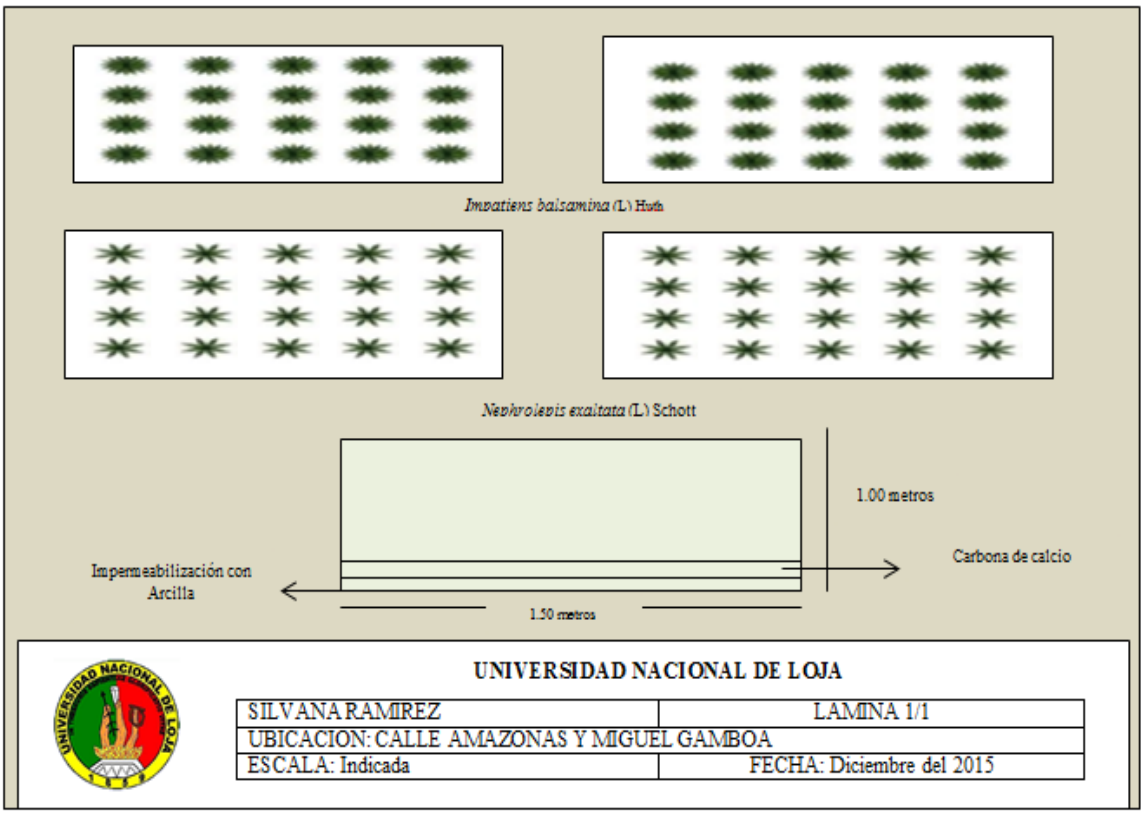


Figura 4. Descripción de los bioensayos de remediación del suelo contaminado por hidrocarburos derivados del petróleo.

5.5. Límites del área de estudio

Los límites del área de estudio se establecieron de acuerdo al mapa del Cantón Francisco de Orellana elaborado en los programas ArcGIS 10.2.0, luego de realizar un recorrido y la toma de coordenadas geográficas con la ayuda del GPS. Para después realizar el muestreo del suelo y realizar el ensayo de remediación con *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott ubicado en la Calle Amazonas y Calle Miguel Gamboa.

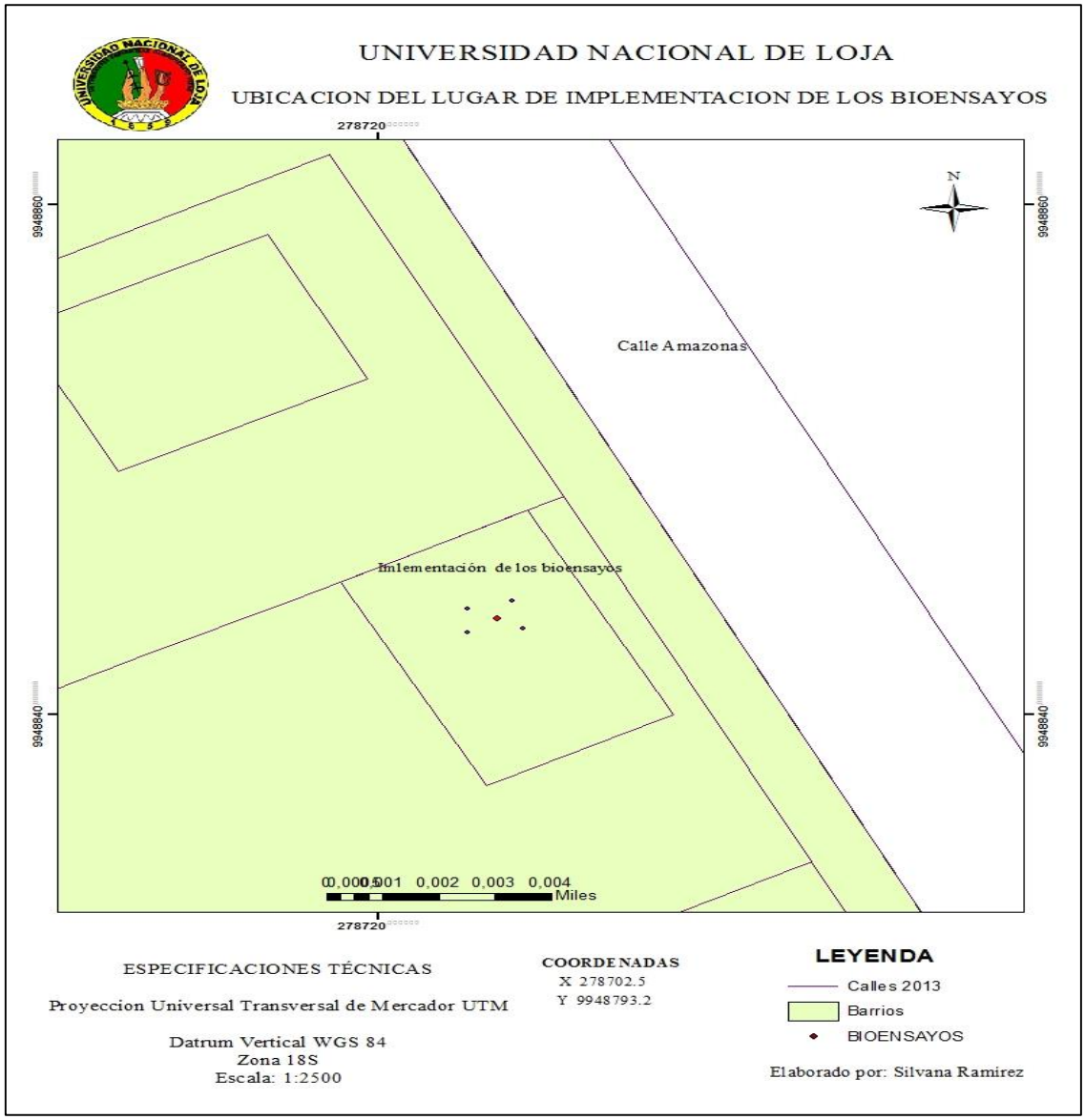


Figura 5. Ubicación de los bioensayos.

5.6. Metodología

5.6.1. Realizar análisis físicos-químicos de laboratorio para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en el suelo de los talleres automotriz más representativos del Cantón Francisco de Orellana.

a) Etapa de reconocimiento

Es la etapa inicial, con información brinda por el Gobierno Autónomo Municipal Francisco de Orellana se determinó los lugares más representativos y con características similares de contaminación de suelo para establecer el área del estudio y con una visita al área se recolecto la información básica del lugar.

b) Características de los Talleres automotriz

Se determinó los tres talleres más representativos en el Cantón que abarcan el 70% del mantenimiento automotriz utilizando hidrocarburos derivados del petróleo (GADMFO, 2015). Las características son:

- Reparación de frenos, embragues, cajas de cambio y las transmisiones.
- Reparación de motores de gasolina y diésel
- Pintura de carrocería/reparación
- Cambios de aceites.
- Suelos impermeables/sin vegetación/material contaminante.
- Ubicación dentro de la cuidad de Orellana.

c) Método de muestreo

Se utilizó la metodología de la Universidad Técnica del Norte del año 2009, de la tesis de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de Carlos Rivera con el tema TRATAMIENTO FÍSICO - BIOLÓGICO PARA LA RECUPERACIÓN DEL SUELO Y EL PANTANO AFECTADOS POR EL DERRAME DE PETRÓLEO DE LA LÍNEA DE FLUJO DEL POZO SHUSHUFINDI 13, la recolección de la muestra se realizó de forma manual tomando directamente del suelo de los talleres automotriz y colocados en papel aluminio (Rivera, 2009).

El método de muestreo fue desarrollado de acuerdo a la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y criterios de Remediación para suelos contaminados del Ministerio del Ambiente Ecuador, Acuerdo Ministerial N° 161, que fue utilizado por Rivera en el 2009, el cual se estableció el siguiente plan de muestreo:

- Recorrer el lugar, en esta investigación se estableció tres lotes, se recogerá al azar en forma de zig-zag submuestras de suelo y cada 20 pasos.

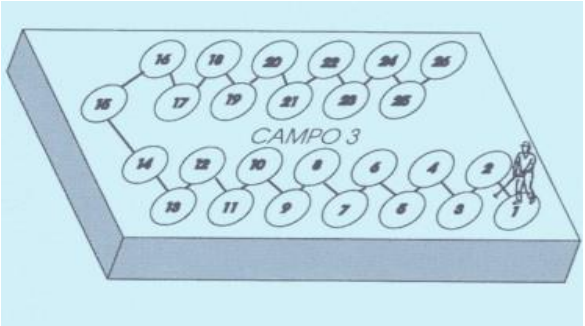


Foto 3. Recolección de la muestra de suelo

- Las submuestras se tomaron entre 20 y 30 centímetros de profundidad.

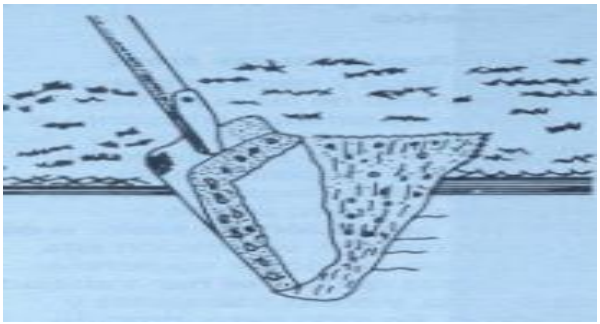


Foto 4. Profundidad de las submuestras.

- Luego de tener todas las submuestras en el balde (de 15 a 20 por lotes) se mezclan homogéneamente y se toma un kg aproximadamente.

Foto 5. Homogenización de las submuestras.

- Se identificó la muestra indicando: código, fecha, hora de muestreo, temperatura, nombre del responsable de la muestra, lugar de muestreo, datos climáticos.

d) Protocolo muestreo

Las muestras se etiquetaran con su respectivo membrete de identificación (ver Anexo 43) y registrados en un "Hoja de Cadena de Custodia" (ver Anexo 42) para enviar a laboratorio.

- Identificación del sitio de muestreo
- Identificación de las muestras
- Código de la muestra de laboratorio

- Horario de transporte (salida y llegada)
- Medición de los parámetros
- Recepción del personal del laboratorio

e) Transporte de la muestra

El transporte de la muestra se realizó con extremo cuidado, a fin de evitar todo tipo de pérdidas o contaminación de las mismas por otras sustancias, se las coloco en un cooler de espumaflex seco a una temperatura ambiente tapada y sellada con la finalidad de evitar la exposición a la luz que nos pueda minimizar o maximizar la fotodegradación de algún compuesto.

f) Medidas de seguridad

El protocolo de seguridad para evitar accidentes y proteger las muestras a enviar a laboratorio. Por ello, el equipo de seguridad debe incluir:

- Zapatos cerrados (botas)
- Guantes

g) Comparación de los análisis de suelo

Se realizó primero los análisis de suelos de los tres talleres automotrices (Mecánica TROYA, Taller Automotriz MACK y Mecánica GUANOLUISA) por separado, para luego mezclar los suelos de los tres talleres automotrices y enviar a laboratorio las muestras complejas de suelo y determinar los niveles de contaminación de suelo existente. Los resultados de los análisis de suelo complejos se estableció la comparación con el RAOHE Tabla seis. del Uso industrial por lo que se encuentran dentro del Cantón Francisco de Orellana y establecer si existe o no contaminación de suelos.

5.6.2. Implementar dos bioensayos de remediación de suelo contaminado por Hidrocarburos derivados del Petróleo.

a) Plántulas *Impatiens balsamina* (L) Huth y *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

La obtención de las plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth y plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en la COMPAÑÍA FORESTAL, DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL Y AGROPECUARIA COFORAGRO CIA. LTDA, las cuales fueron compradas.

Las plántulas fueron elegidas por:

- Que tenga una buena pigmentación
- Que no presente ninguna anomalía en ninguna de sus partes

Foto 6. Plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth

Foto 7. Plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

- Que sean plantas jóvenes
- Son propias de la zona

Luego se las traslado al lugar de experimento y se las sembró en las parcelas experimentales.

El desarrollo de la metodología para el segundo objetivo se la realizó en dos fases; adaptación y fitorremediación, todo este proceso tuvo una duración de cuatro meses.

- **Fase de adaptación:** La fase de adaptación tuvo una duración de15 días, en donde se analizó la capacidad de adaptación de las especies a los sistemas construidos, para determinar si se adaptaron se tomó en cuenta la cantidad de especies muertas, y los cambios que sufren durante los 7 días

- **Fase de fitorremediación:** Para determinar la fase de Fitorremediación se tomó en cuenta un total de 108 días que se analizó de forma cuantitativa y cualitativa en base a los resultados obtenidos en los exámenes bromatológicos realizados antes y después de los 123 días.

b) De los bioensayos

Para la distribución de los bioensayos se tomó de referencia la metodología utilizada por Pozzo en el año 2012, para la empresa SWACO, metodología utilizada por parcelas. La distribución es:

- Parcela 1 y 2; dos parcelas por tratamiento con un testigo (*Impatiens balsamina (*L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott).

Foto 8. Parcelas 1 y 2 con un testigo

- Las parcelas son de 1,5 metros de largo por un metro de ancho con una profundidad de 0,50 metros.
- Para impermeabilizar se utilizó una capa de arcilla roja de cinco centímetros para luego aplicar una capa de carbonato de calcio (CaCO3) de cinco centímetros.
- Cada parcela contiene:

  Parcela 1 y 2. Suelo contaminado por Hidrocarburos derivados de Petróleos + *Impatiens balsamina (*L) Huth.

  Parcela 1 y 2. Suelo contaminado por Hidrocarburos derivados de Petróleos + *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.
- Los bioensayos se los realizó a condiciones ambientales de la zona (clima de la zona/días sol/ días lluvias).
- Ex situ (Calle Amazonas y Calle Miguel Gamboa).
- Tiempo de la implantación de los bioensayos cuatro meses.

Tabla 3. Diseño experimental: parcelas con dos repeticiones.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	
Parcelas	Parcela 1	Parcela 2
Testigo / 0	Testigo	
***Impatiens balsamina* (L) Huth**	20	20
***Nephrolepis exaltata* (L) Schott**	20	20
TOTAL	40	40

Elaborado por: La Autora.

c) Muestreo de suelo bioensayos

La metodología utilizada fue la de Pozzo (2012) para la empresa SWACO, y que tomó como referencia en las Normas de Calidad Ambiental del recurso Suelo y Criterios de Remediación para suelos Contaminados del Acuerdo Ministerial N°161, con la utilización de una espátula en forma perpendicular se tomó una cantidad de suelo en forma de zig-zag de una parcela, tomando cinco muestras por cada una, para luego hacer una muestra compleja (1 kilogramo) y ser envueltos en papel aluminio. Esto se realizó una vez al mes para enviar luego a laboratorio. Este muestreo se lo realiza a los dos tratamientos y al testigo.

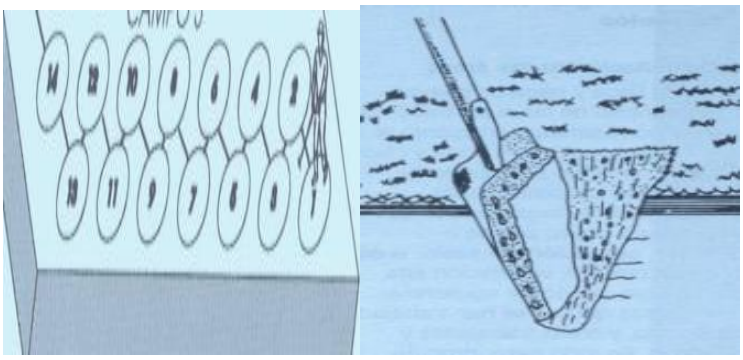


Foto 9. Muestreo de suelo

d) Muestreo del análisis bromatológico

La metodología utilizada fue la de Pozzo (2012) para la empresa SWACO del Manual de Practicas de Bromatología del Centro de Ciencias de la Universidad Central,

se tomó en cuenta lo siguiente: se observó las plantas por especie y se eligió a una planta por especie, al azar y una por parcela para colocarlas en una funda con cierre fijo hermético (Fundas Ziploc) y enviarlas a laboratorio (2 muestras, 1 por especie de plántulas por parcela).También se midió el tamaño de las plántulas cada semana desde su plantación (para luego sacar un promedio).

e) Replanteo de plántulas

El replanto de plántulas se lo realizó cada vez que se mueran por completo (si fuera el caso).

f) Transporte de la muestra

El transporte de la muestra se realizó con extremo cuidado, a fin de evitar todo tipo de pérdidas o contaminación de las mismas por otras sustancias, se las colocó en un cooler de espumaflex a una temperatura ambiente tapada y sellada con la finalidad de evitar la exposición a la luz que nos pueda minimizar o maximizar la fotodegradación de algún compuesto.

g) Medidas de seguridad

El protocolo de seguridad para evitar accidentes y proteger las muestras a enviar a laboratorio. Por ello, el equipo de seguridad debe incluir:

- Zapatos cerrados (botas)
- Guantes

h) Calculo de la tasa de mortalidad

La tasa de mortalidad hace referencia a la proporción de un individuo con una característica particular que mueren respecto al total de los individuos que tienen esa característica, las tasas de mortalidad se expresa por la siguiente formula:

$$mX = \frac{Fx}{Px} 100\%$$

Dónde:

mX: tasa de mortalidad (dentro del grupo X, si es general X=G) y con M (no varía).

Fx: número de fallecimientos dentro de un conjunto X en el periodo de tiempo considerado.

Px: número total de personas en el conjunto X.

i) Calculo de la tasa de natalidad

La tasa de natalidad es la medida de cuantificación de la fecundación que refiere a la relación que existe entre el número de nacimientos ocurridos en un cierto periodo y la cantidad total de efectivos del mismo periodo y se representa con la siguiente formula:

$$b = \frac{B}{P} 100\%$$

Dónde:

b: tasa bruta de nacimiento

B: número total de nacimientos en un año

P: población total

5.6.3. Determinar la eficacia de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott como agentes fitorremediadores y alternativa de remediación.

Para el análisis de los resultados de las muestras (análisis de suelo y análisis bromatológicos), se tabuló en Microsoft Excel por matriz de unidades (mg/kg) en forma vertical y parámetro del RAOHE (cadmio, níquel, plomo, hidrocarburos totales, hidrocarburos aromáticos y pH) en forma horizontal. Y para determinar la hipótesis nula y alternativa se realizó mediante el análisis de varianza con la Tabla de Fisher de Valores Críticos de la Distribución F (0,05) y determinar estadísticamente la eficacia de las plantas por parámetro establecidos en el RAOHE Tabla seis del Decreto Ejecutivo N° 1215.Registro oficial 265 del 13 de febrero del 2001 de límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria Hidrocarburíferas, incluida las estaciones de servicios.

Tabla 4. Tabla de la ANOVA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F
Entre grupos	SST	k-1	SST/(k-1) = MST	MST/MSE
Dentro de los grupos	SSE	n-k	SSE/(n-k) = MSE	
total	SS total	n-1		

Fuente: (Celis, 2010).

FÓRMULAS

Suma de cuadrados al ERROR

$$\text{SSE} = \sum \boldsymbol{x^2} - \frac{(\sum \boldsymbol{x})\,\mathbf{2}}{\boldsymbol{n}}$$

Dónde:

∑x : sumatoria de la muestra

n : número total de la muestra

Suma de cuadrados debido al tratamiento

$$\mathbf{SST} = \sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$$

Dónde:

T_C: total del tratamiento

n_C: número de tratamiento

Suma de Cuadrados TOTAL

SS total = SST+SSE

Dónde:

SST: suma de cuadrados debido al tratamiento

SSE: suma de cuadrados al ERROR

f. RESULTADOS

6.1. Realizar análisis físicos-químicos de laboratorio para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en el suelo de los talleres automotriz más representativos del Cantón Francisco de Orellana.

Cuadro 8. Características de talleres automotrices

NOMBRES DE LOS TALLERES		CARACTERÍSTICAS								
		Ubicación dentro de la cuidad	Reparación de embragues	Reparación de cajas de cambio	Reparación de trasmisiones	Reparación de motores a gasolina y diésel	Cambios de aceites	Reparación de frenos	Cambios de aceites	Suelos impermeables
1	Taller Automotriz GUAYTARILLA	x	x	x	x	x	x	x	x	
2	Mecánica TROYA	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Mecánica MANCHENO	x	x	x	x	x	x			
4	Mecánica Automotriz CLÍNICA DEL AUTOMOVIL	x	x	x	x	x	x	x	x	
5	Taller Automotriz MACK	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	TAESA LL. SERVICIOS AUTOMOTRICES	x	x	x	x	x	x			
7	MULTIMARCAS	x	x	x	x	x	x	x	x	
8	Mecánica JAHIR									
9	AUTO SERVICIO ORELLANA	x	x	x	x	x	x	x	x	
10	MECANIMOTOR	x	x	x	x	x	x	x		
11	Mecánica GUANOLUISA	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	Mecánica en general CÉSAR PAREDES	x	x	x	x	x	x	x		

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: En el Cuadro 6, expresa la existencia de los talleres automotrices en el Cantón Francisco de Orellana que son 12, de los cuales solo tres están dentro de las características (Ubicación dentro de la cuidad, Reparación de embragues, Reparación de cajas de cambio, Reparación de trasmisiones, Reparación de motores a gasolina y diésel, reparación de frenos, Cambios de aceites y Suelos impermeables) que se establecieron para realizar fitorremediación. El primero es la Mecánica TROYA, el segundo es Taller Automotriz MACK y el tercero es Mecánica GUANOLUISA. De los cuales se tomó las muestras para realizar los bioensayos de remediación.

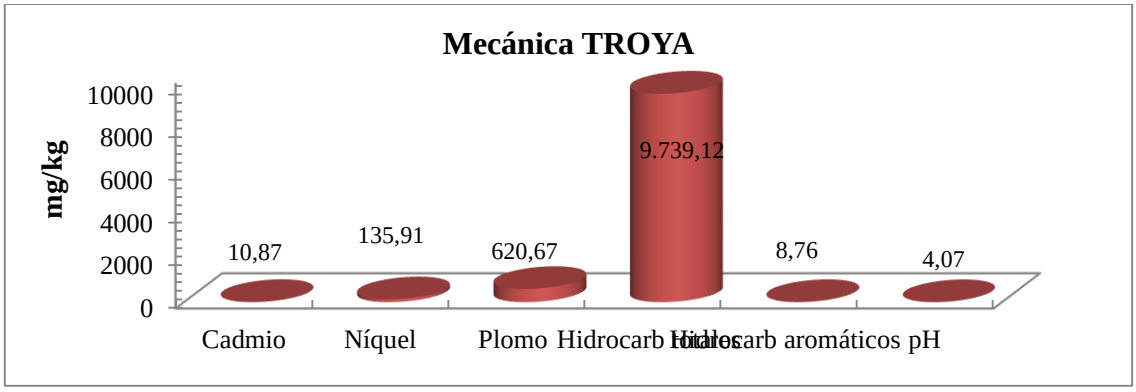
ANÁLISIS DE SUELOS DE MUESTRAS SIMPLES.

Tabla 5. Comparación de análisis de suelo antes de los bioensayos

Parámetros mg/kg	Mecánica TROYA	Taller Automotriz MACK	Mecánica GUANOLUISA
Cadmio	10,87	15,78	16,98
Níquel	135,91	185,34	189,34
Plomo	620,67	639,96	640,00
Hidrocarburos totales	9.739,12	9.990,16	9.940,67
Hidrocarburos aromáticos	8,76	9,87	10,87
pH	4,07	2,87	2,56

Elaborado por: La Autora.

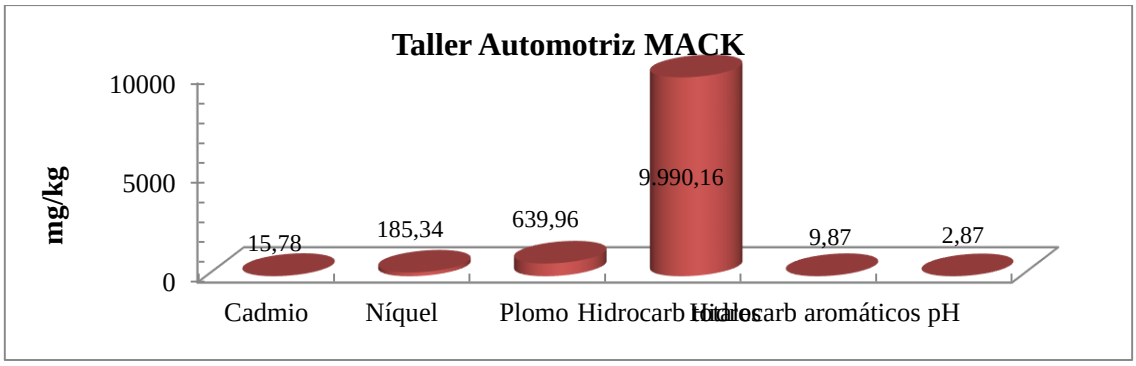
Gráfico 5.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 5, expresa los valores de la Mecánica TROYA en Cadmio 10,87 mg/kg, Níquel 135,91 mg/kg, Plomo 620,67 mg/kg, Hidrocarburos totales 9.739,12 mg/kg, Hidrocarburos aromáticos 8,76 mg/kg y un pH de 4,07. Los parámetros persisten en el suelo por el derrame involuntario que se hace todos los días al realizar las actividades automotrices en el cual la Mecánica TROYA se desarrolla.

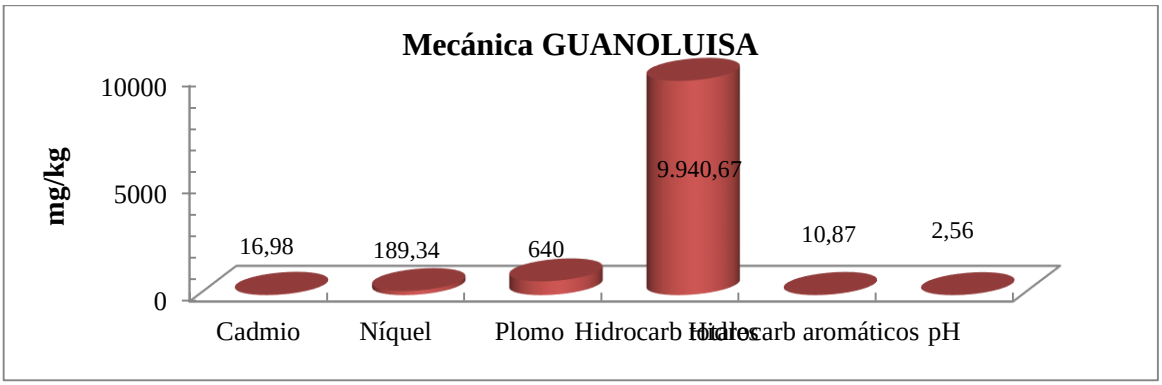
Gráfico 6.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 6, expresa los valores de la Mecánica Automotriz MACK en Cadmio 15,78 mg/kg, Níquel 185,34 mg/kg, Plomo 639,96 mg/kg, Hidrocarburos totales 9.990,16 mg/kg, Hidrocarburos aromáticos 9,87 mg/kg y un pH de 2,87. Los parámetros persisten en el suelo por el derrame involuntario que se hace todos los días al realizar las actividades automotrices en el cual la Taller Automotriz MACK se desarrolla.

Gráfico 7.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 7, expresa los valores de la Mecánica GUANOLUISA en Cadmio 16,98 mg/kg, Níquel 189,34 mg/kg, Plomo 640 mg/kg, Hidrocarburos totales 9.940,67 mg/kg, Hidrocarburos aromáticos 10,87 mg/kg y un pH de 2,56. Los parámetros persisten en el suelo por el derrame involuntario que se hace todos los días al realizar las actividades automotrices en el cual la Mecánica GUANOLUISA se desarrolla.

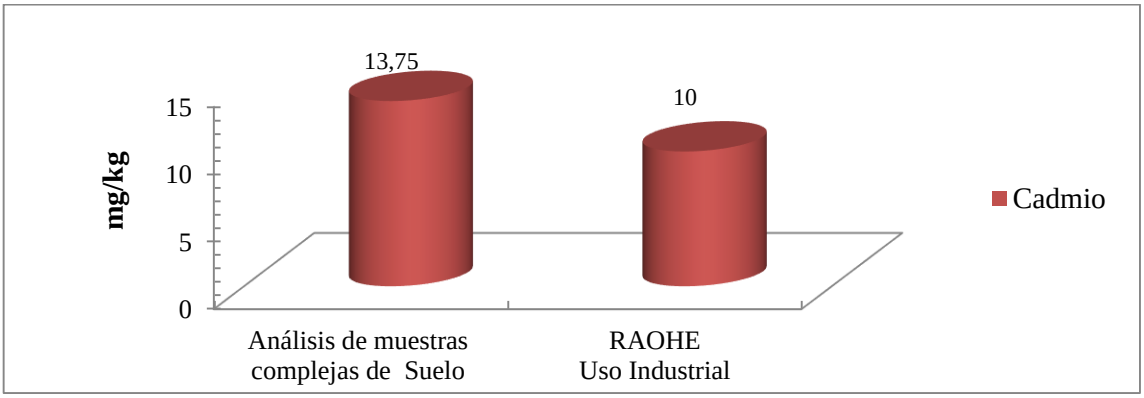
ANÁLISIS DE SUELOS DE MUESTRAS COMPLEJAS

Tabla 6. Comparación de análisis de suelo de muestras complejas de suelo y el RAOHE

Parámetros	Análisis de muestras complejas de Suelo mg/kg	RAOHE mg/kg Uso industrial
Cadmio	13,75	<10
Níquel	159,99	<100
Plomo	624,58	<500
Hidrocarburos totales	9.897,57	<4.000
Hidrocarburos aromáticos	9,54	<5
pH	3,94	No existe

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 8.

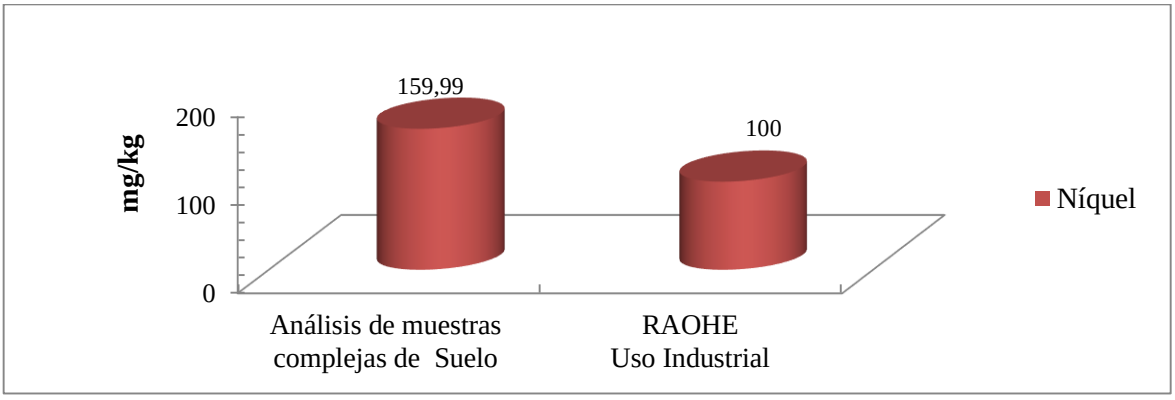


Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 8, representa la comparación del Cadmio de los análisis de suelo en muestras complejas que es 13,75 mg/kg y el RAOHE (Uso Industrial) que es

<10 mg/kg, esto expresa que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la Tabla seis del RAOHE (Anexo 45).

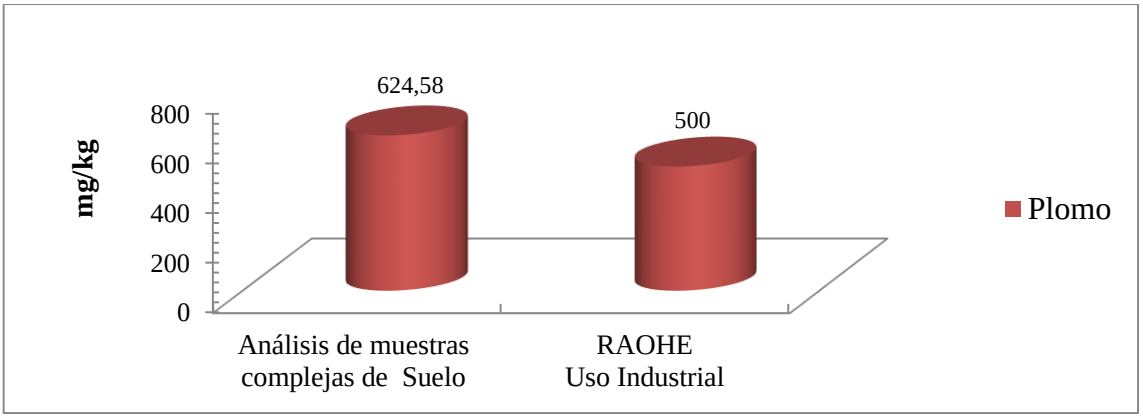
Gráfico 9.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 9, es la comparación del Níquel de los análisis de suelo en muestras complejas que es 159,99 mg/kg y el RAOHE (Uso Industrial) es <100 mg/kg, esto expresa que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la Tabla seis del RAOHE (Anexo 45).

Gráfico 10.

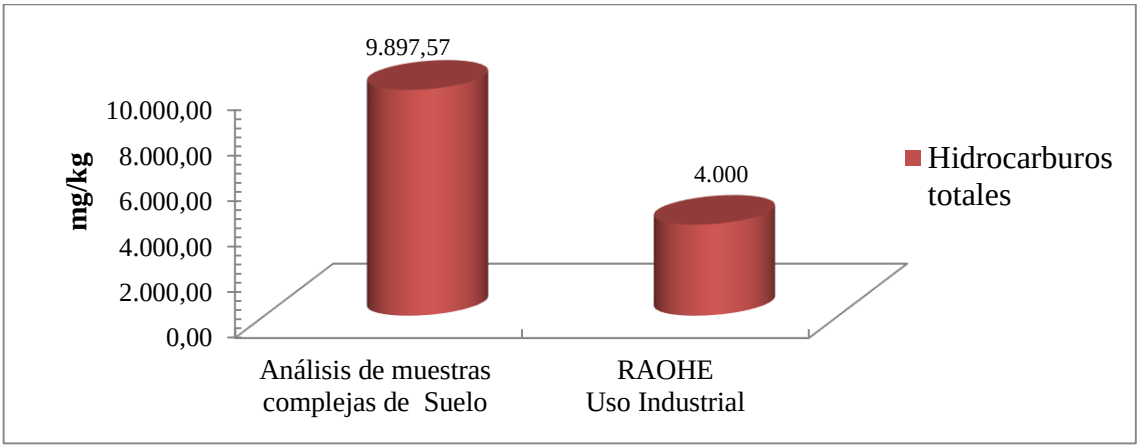


Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 10, es la comparación del Plomo de los análisis de suelo en muestras complejas que es 624,58 mg/kg y el RAOHE (Uso Industrial) es <500 mg/kg,

esto expresa que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la Tabla seis del RAOHE (Anexo 45).

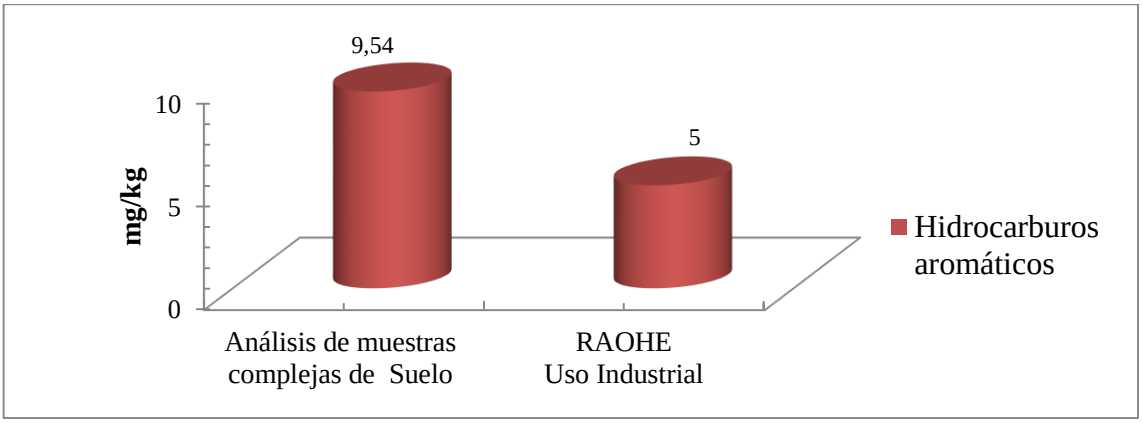
Gráfico 11.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico11, es la comparación de los Hidrocarburos totales de los análisis de suelo en muestras complejas que es 9.897,57 mg/kg y el RAOHE (Uso Industrial) es <4.000 mg/kg, esto expresa que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la Tabla seis del RAOHE (Anexo 45).

Gráfico 12.

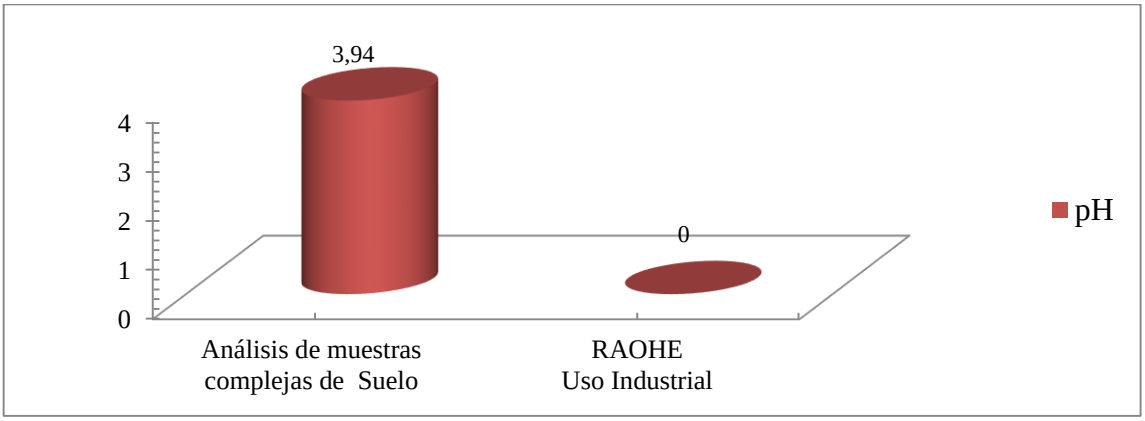


Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 12, es la comparación de los Hidrocarburos aromáticos de los análisis de suelo en muestras complejas que es 9,54 mg/kg y el RAOHE (Uso

Industrial) es <5 mg/kg, esto expresa que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la Tabla seis del RAOHE (Anexo 45).

Gráfico 13.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 13, es la comparación del pH de los análisis de suelos de muestras complejas que es 3,94 y el RAOHE (Uso Industrial), no obstante en el RAOHE no se estable ningún valor del pH.

6.2. Implementar dos bioensayos de remediación de suelo contaminado por hidrocarburos derivados del Petróleo.

Para la implementación de los dos bioensayos de remediación de suelo se determinó el lugar de la ubicación (ex situ) que es en la Calle Amazonas y Miguel Gamboa, con muestras complejas de suelo. De la obtención de las plántulas se las compró en COMPAÑÍA FORESTAL, DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL Y AGROPECUARIA COFORAGRO CIA. LTDA, de las cuales fueron elegidas por tener una buena característica (que tenga una pigmentación, que no presente ninguna anomalía en ninguna de sus partes, que sean jóvenes y que sean propias de la zona) como plántula de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Foto 10. Vivero COFORAGRO CIA. LTDA

IMPLANTACIÓN DE BIOENSAYOS

Se realizó la excavación de las fosas para la implantación de las parcelas en un total de cinco de las siguientes medidas 1,5 metros de largo por un metro de ancho con una profundidad de 0,50 metros.

Foto 11. Fosa para la implementación de los bioensayos

Luego se impermeabilizó con una capa de arcilla roja de cinco centímetros para luego aplicar una capa de carbonato de calcio ($CaCO3$) de cinco centímetros.

Foto 12. Impermeabilización de las fosas

La plantación de la *Impatiens balsamina* (L) Huth en las parcelas de muestras de suelos complejos, se lo realizó en Diciembre del 2015, sembrando en un total de 20 plántulas por *Impatiens balsamina* (L) Huth. Luego de haberse sembrado las plántulas sufren un proceso de estrés (adaptabilidad) en *Impatiens balsamina* (L) Huth de aproximadamente siete días desde su siembre

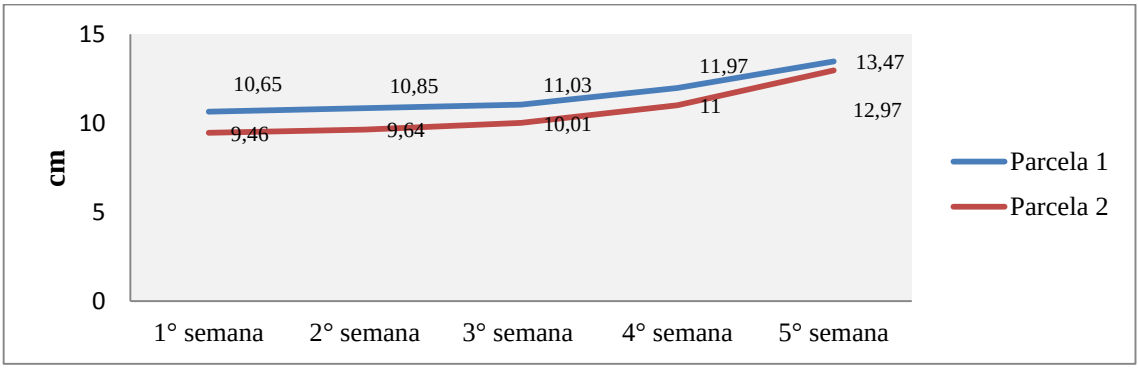
Foto 13. *Impatiens balsamina* (L) Huth en el primer mes.

Tabla 7. Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del primer mes.

	1° semana	**2° semana**	**3° semana**	**4° semana**	**5° semana**
Parcela 1	13,15	13,86	15,87	17,56	20,97
Parcela 2	12,40	13,14	15,13	17,02	20,46

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 14.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 14, representa el crecimiento de las plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth de cinco semanas en la Parcela 1: 10,65 cm a 13,47 cm y en Parcela 2: 9,46 cm a 12,97cm.

La plantación de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en las parcelas de muestras de suelos complejos, se lo realizó en Diciembre del 2015, sembrando en un total de 16 plántulas. Luego de haberse sembrado las plántulas sufren un proceso de estrés (adaptabilidad) en *Nephrolepis exaltata* (L) Schott de aproximadamente seis días desde su siembre.

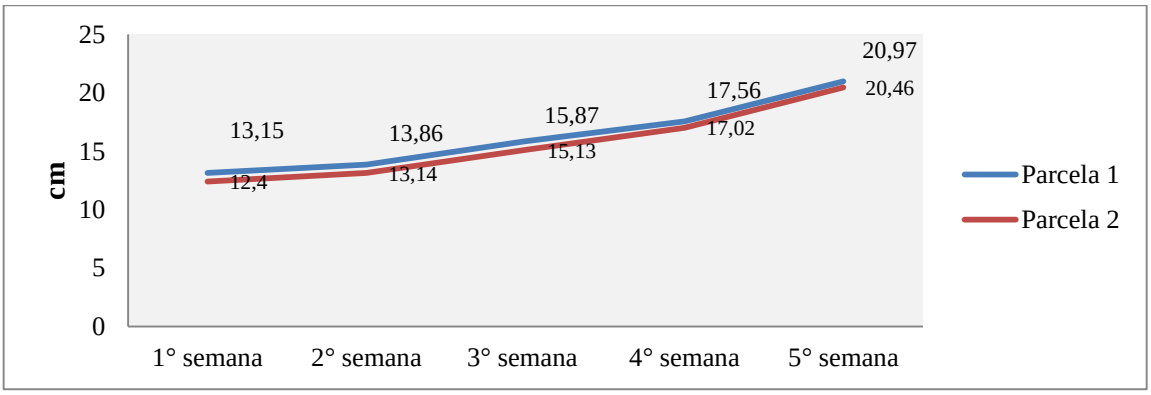
Foto 14. *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el primer mes.

Tabla 8. Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del primer mes.

	1° semana	**2° semana**	**3° semana**	**4° semana**	**5° semana**
Parcela 1	13,15	13,86	15,87	17,56	20,97
Parcela 2	12,40	13,14	15,13	17,02	20,46

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 15.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 15, representa el crecimiento de las plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en cinco semanas en la Parcela1: 13,15 cm a 20,97 cm y en Parcela 2 : 12,46 cm a 20,46 cm.

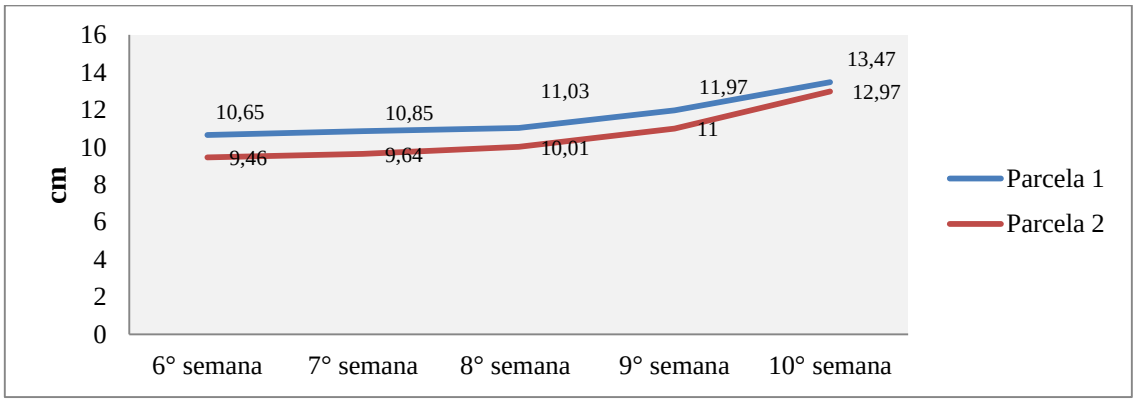
Foto 15. *Impatiens balsamina* (L) Huth en el segundo mes.

Tabla 9. Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del segundo mes.

	6° semana	7° semana	8° semana	9° semana	10° semana
Parcela 1	10,65	10,85	11,03	11,97	13,47
Parcela 2	9,46	9,64	10,01	11,00	12,97

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 16.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 16, representa el crecimiento de las plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth en cinco semanas en la Parcela1: 10,65 cm a 13,47 cm y en Parcela 2 : 9,46 cm a 12,97 cm.

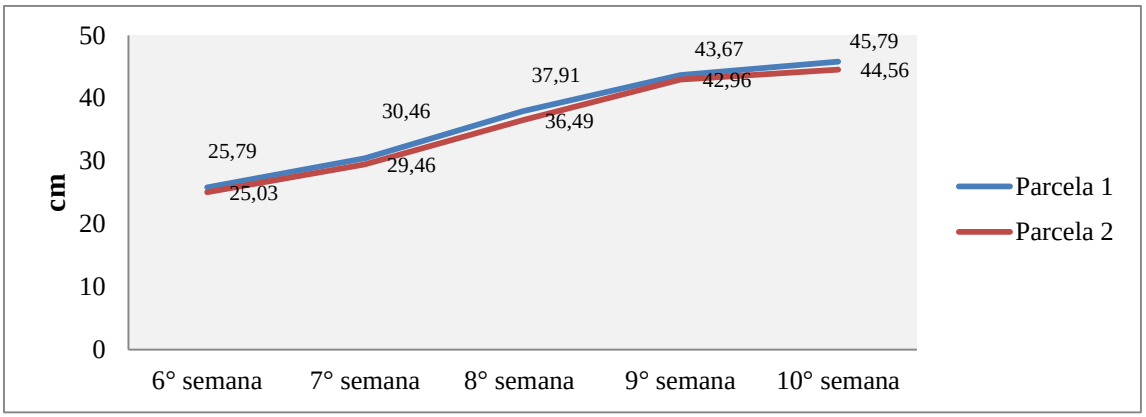
Foto 16. *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el segundo mes.

Tabla 10. Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del segundo mes.

	6° semana	7° semana	8° semana	9° semana	10° semana
Parcela 1	25,79	30,46	37,91	43,67	45,79
Parcela 2	25,03	29,46	36,49	42,96	44,56

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 17.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 17, representa el crecimiento de las plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en cinco semanas en la Parcela1: 25,79 cm a 45,79 cm y en Parcela 2 : 25,03 cm a 44,56 cm.

El crecimiento vegetal de ambas especies fue normal, aunque *Impatiens balsamina* (L) Huth pasaba una etapa de estrés cuando eran tres día consecutivos de sol fuerte.

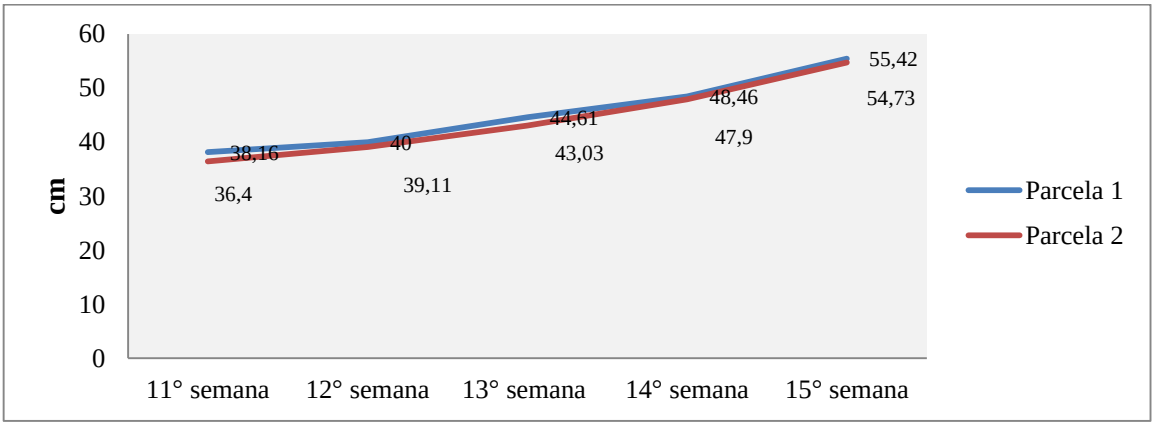
Foto 17. *Impatiens balsamina* (L) Huth en el tercer mes.

Tabla 11. Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del tercer mes

	11° semana	**12° semana**	**13° semana**	**14° semana**	**15° semana**
Parcela 1	38,16	40,00	44,61	48,46	55,42
Parcela 2	36,40	39,11	43,03	47,90	54,73

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 18.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 18, representa el crecimiento de las plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth en cinco semanas en la Parcela1: 38,16 cm a 55,42 cm y en Parcela 2 : 36,40 cm a 54,73 cm.

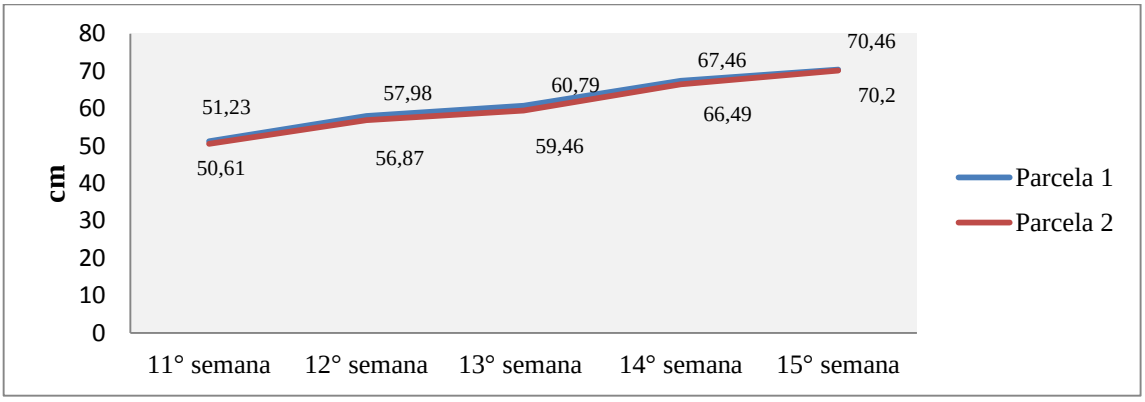
Foto 18. *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el tercer mes.

Tabla 12. Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del tercer mes

	11° semana	**12° semana**	**13° semana**	**14° semana**	**15° semana**
Parcela 1	51,23	57,98	60,79	67,46	70,46
Parcela 2	50,61	56,87	59,46	66,49	70,20

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 19.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 19, representa el crecimiento de las plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en cinco semanas en la Parcela1: 51,23 cm a 70,46 cm y en Parcela 2: 50,61 cm a 70,20 cm.

Impatiens balsamina (L) Huth comenzó a mostrar frondes para sus flores y reproducirse eso sucedió a partir de la 16 semana y *Nephrolepis exaltata* (L) Schott comenzó a reproducirse por esporas a partir de la semana 17.

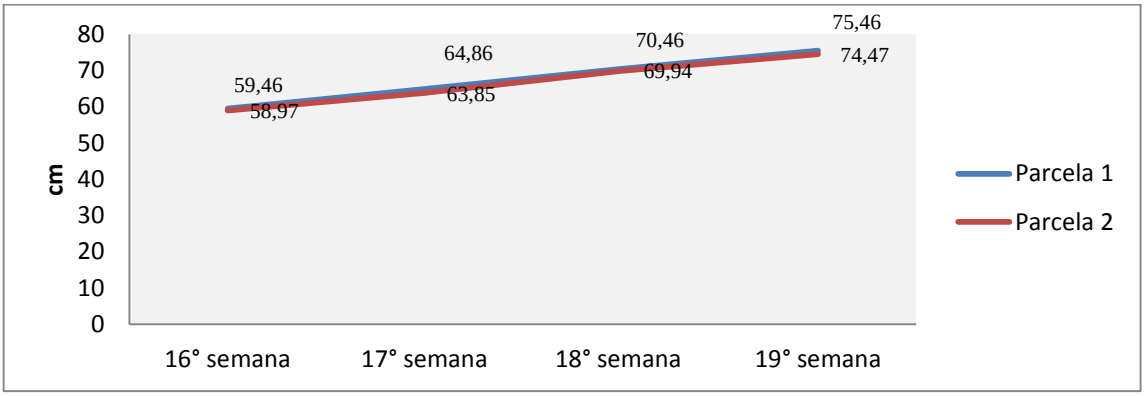
Foto 19. *Impatiens balsamina* (L) Huth en el cuarto mes.

Tabla 13. Crecimiento de *Impatiens balsamina* (L) Huth del cuarto mes

	16° semana	**17° semana**	**18° semana**	**19° semana**
Parcela 1	59,46	64,86	70,46	75,46
Parcela 2	58,97	63,85	69,94	74,47

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 20.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 20, representa el crecimiento de las plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth en cuatro semanas en la Parcela1: 59,46 cm a 75,46 cm y en Parcela 2 : 58,97 cm a 74,47 cm.

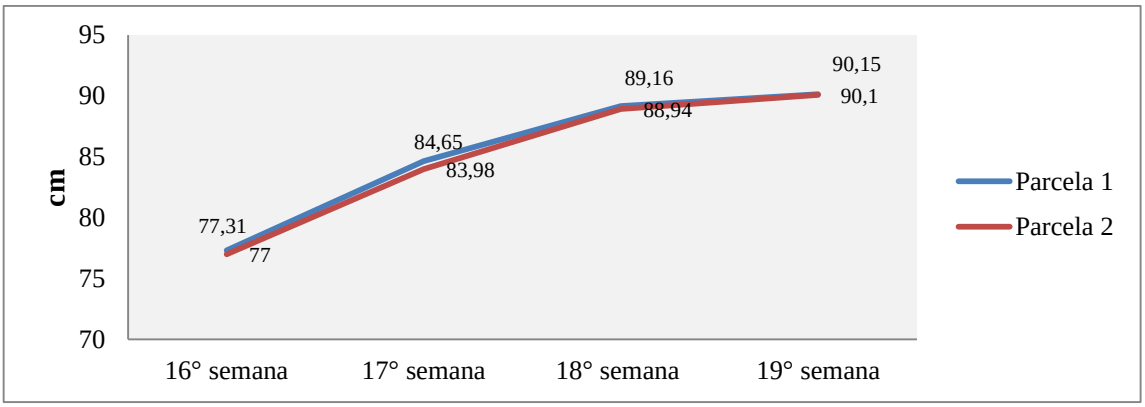
Foto 20. *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en el cuarto mes.

Tabla 14. Crecimiento de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott del cuarto mes

	16° semana	**17° semana**	**18° semana**	**19° semana**
Parcela 1	77,31	84,65	89,16	90,15
Parcela 2	77,00	83,98	88,94	90,10

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 21.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 21, representa el crecimiento de las plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en cuatro semanas en la Parcela1: 77,31 cm a 90,15 cm y en Parcela 2 : 77,00 cm a 90,10 cm.

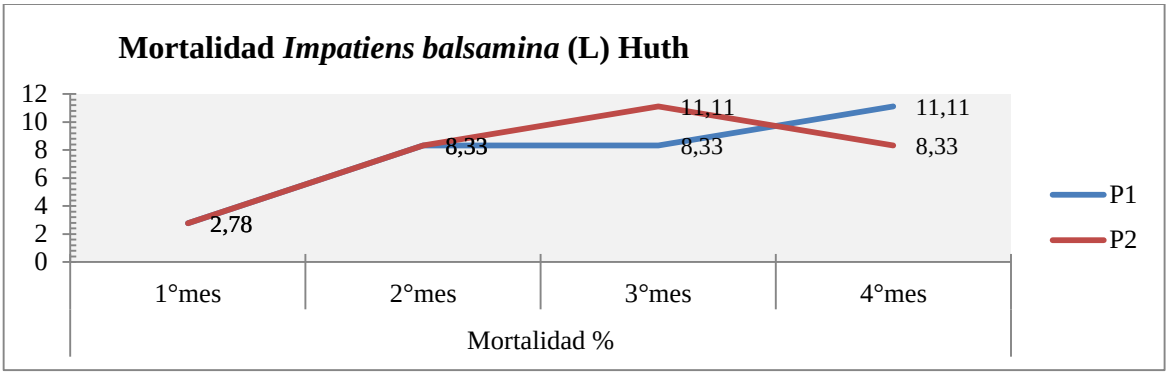
NATALIDAD Y MORTALIDAD

Tabla 15. Grado de mortalidad y natalidad *Impatiens balsamina* (L) Huth

Parcelas	Mortalidad %				Natalidad %			
	1°mes	2°mes	3°mes	4°mes	1°mes	2°mes	3°mes	4°mes
P1	2,78	8,33	8,33	11,11	0	0	30,48	69,52
P2	2,78	8,33	11,11	8,33	0	0	31,96	68.04

Elaborado por: La Autora.

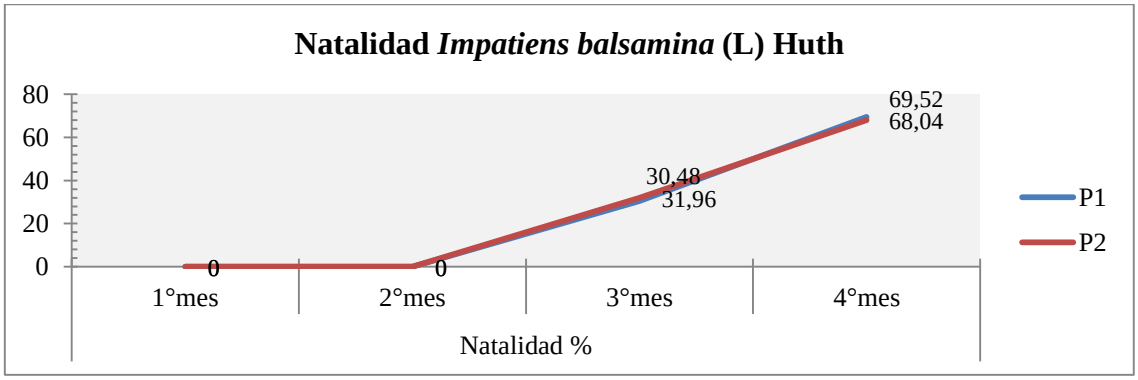
Gráfico 22.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 22, el porcentaje de mortalidad de *Impatiens balsamina* (L) Huth en P1 fue en el primer mes de 2,78%; segundo mes 8,33%; tercer mes 8,33% y cuarto mes 11,11%, con un porcentaje medio de 7,64%. En P2 en el primer mes de 2,78%; segundo mes 8,33%; tercer mes 11,11% y cuarto mes 8,33%, con un porcentaje medio de 7,64%.

Gráfico 23.



Elaborado por: La Autora.

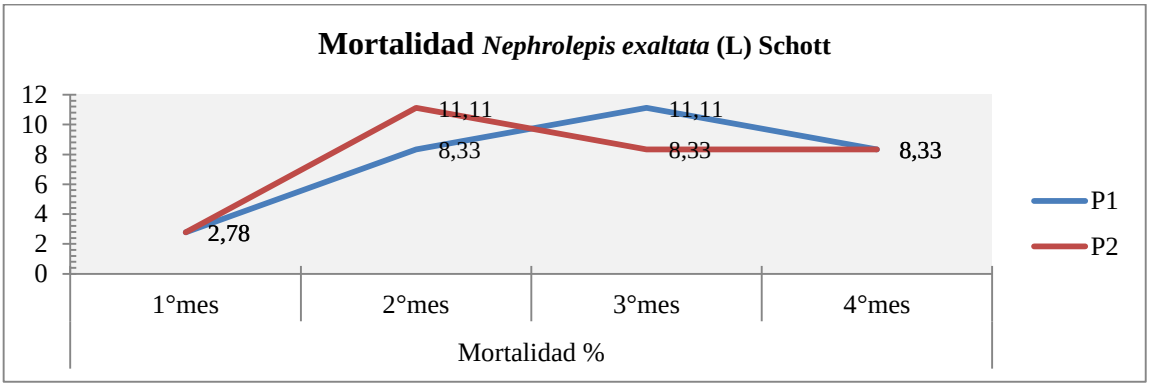
Interpretación: El Gráfico 23, el porcentaje de natalidad de *Impatiens balsamina* (L) Huth en P1 fue en el primer y segundo mes de cero en el tercer mes de 30,48% y en el cuarto mes de 69,52%. En P2 en el primer y segundo mes es de cero en el tercer mes 31,96% y en el cuarto mes de 68,04%.

Tabla 16. Grado de mortalidad y natalidad *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Parcelas	**Mortalidad %**				**Natalidad %**			
	1°mes	2°mes	3°mes	4°mes	1°mes	2°mes	3°mes	4°mes
P1	2,78	8,33	11,11	8,33	0	0	41,67	58.33
P2	2,78	11,11	8,33	8,33	0	0	42,04	57,96

Elaborado por: La Autora.

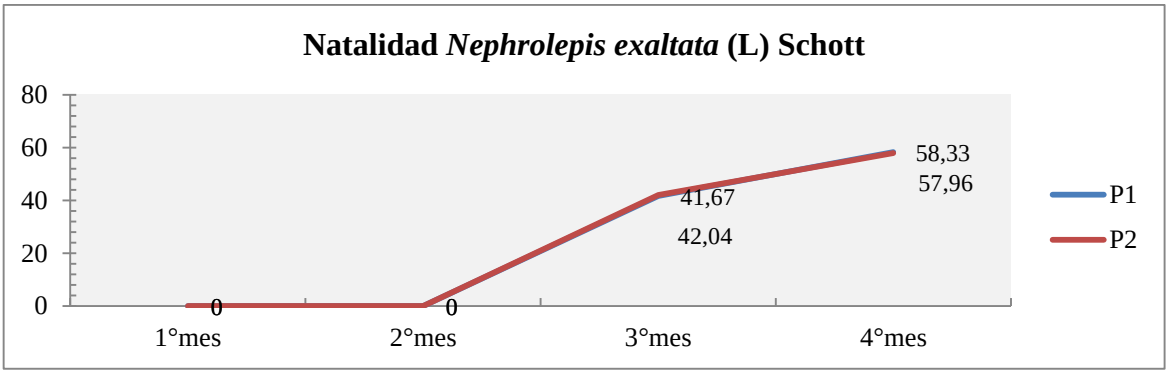
Gráfico 24.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 24, el porcentaje de mortalidad de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en P1 fue en el primer mes de 2,78%; segundo mes 8,33%; tercer mes 11,11% y cuarto mes 8,33%, con un porcentaje medio de 7,64%. En P2 en el primer mes de 2,78%; segundo mes 11,11%; tercer mes 8,33% y cuarto mes 8,33%, con un porcentaje de tolerancia de 7,64%.

Gráfico 25.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 25, el porcentaje de natalidad de *Impatiens balsamina* (L) Huth en P1 fue en el primer y segundo mes de cero en el tercer mes de 41,67% y en el cuarto mes de 58,33%.

En P2 en el primer y segundo mes es de cero en el tercer mes 42,04% y en el cuarto mes de 57,96%.

Tabla 17. Contenido de los bioensayos

	Detalle	**Peso x Parcela (m^3)**	**Peso x parcela para análisis (kg)**
Suelo contaminado por hidrocarburos	Testigo	0,60	1,00
Impatiens Balsamina (L) Huth.	P1	0,60	1,00
	P2	0,60	1,00
Nephrolepis Exaltata (L) Schott.	P1	0,60	1,00
	P2	0,60	1,00
TOTAL	Total	3,00	5 kg para análisis x mes

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 17, representa los bioensayos aplicados que se expresa en metros cúbicos de tierra contaminada por derivados de hidrocarburos, los cuales se colocaron en cada parcela por tratamiento (P1 y P2) y con un testigo; en un total de 3,00 m^3, se determinó el volumen por las dimensiones de las parcelas (1,50 x 1,00 x 0,40 metros) que por parcela es 0,60 m^3. Las cantidades enviadas a laboratorio que se tomaron es de cinco kilogramo por mes y con un peso de un kilogramo cada uno.

Tabla 18. Contenido inicial de contaminante en plántulas *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Parámetros	*Impatiens balsamina* (L) Huth mg/kg	*Nephrolepis exaltata* (L) Schott mg/kg
Cadmio	0,01	0,01
Níquel	0,01	0,01
Plomo	0,01	0,01
Hidrocarburos totales	0,01	0,01
Hidrocarburos aromáticos	0,01	0,01
pH	6,90	6,97

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 18, el grado de contaminantes en *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en Cadmio, Níquel, Plomo, Hidrocarburos totales e Hidrocarburos aromáticos es de 0,01 mg/kg, relativamente nulos; pero con un pH en *Impatiens balsamina* (L) Huth es 6,90 y *Nephrolepis exaltata* (L) Schott. es 6,97. Para las muestras de análisis bromatológicos se observó las plantas por especie y se eligió a una planta por especie, al azar y una por parcela para colocarlas en una funda con cierre fijo hermético (Fundas Ziploc).

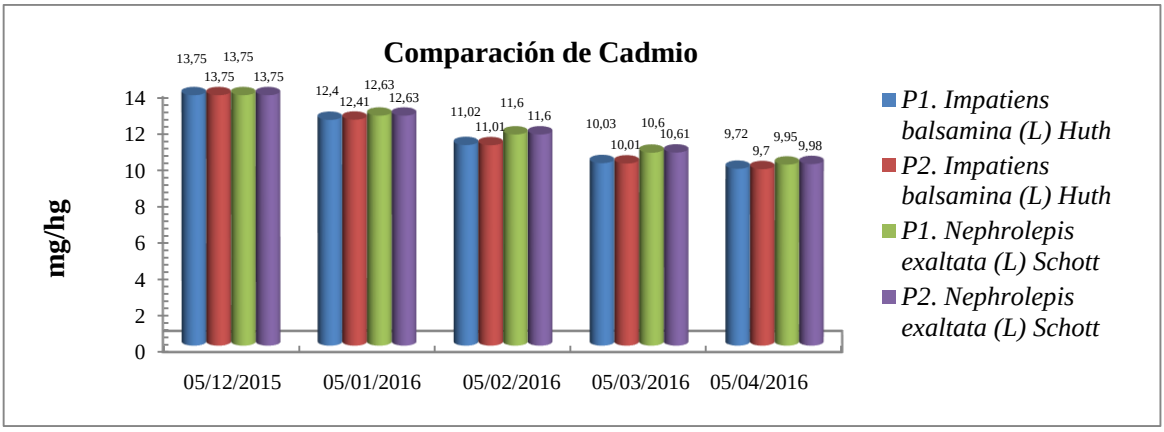
6.3. Determinar la eficacia de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott como agentes fitorremediadores y alternativa de remediación.

Tabla 19. Comparación de Cadmio entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelo.

Detalle	**05/12/2015**	**05/01/2016**	**05/02/2016**	**05/03/2016**	**05/04/2016**
	mg/kg	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**	**mg/kg**
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	13,75	12,40	11,02	10,03	9,72
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	13,75	12,41	11,01	10,01	9,70
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	13,75	12,63	11,60	10,60	9,95
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	13,75	12,63	11,60	10,61	9,98

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 26.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: En el Gráfico 26, los valores de Cadmio en P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 13,75 mg/kg; en 05/01/2016 es de 12,40 mg/kg; en 05/02/2016 es de 11,02 mg/kg; en 05/03/2016 es de 10,03 mg/kg y en 05/04/2016 es de 9,72 mg/kg, menorando el contaminante del suelo en un total de 4,03 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 13,75 mg/kg; en 05/01/2016 es de 12,41 mg/kg; en 05/02/2016 es de 11,01 mg/kg; en 05/03/2016 es de 10,03 mg/kg y en 05/04/2016 es de 9,70 mg/kg, reduciendo el contaminante del suelo en un total de 4,05 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Los valores en P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/01/2016 es de 13,75 mg/kg; en 05/01/2016 es de 12,63 mg/kg; en 05/02/2016 es de 11,60 mg/kg; en 05/03/2016 es de 10,06 mg/kg y en 05/04/2016 es de 9,95 mg/kg menorando el contaminante del suelo en un total de 3,80 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 13,75 mg/kg; en 05/01/2016 es de 12,63 mg/kg; en 05/02/2016 es de 11,6 mg/kg; en 05/03/2016 es de

10,61 mg/kg y en 05/04/2016 es de 9,98 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 3,77 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 20. Análisis de varianza de Cadmio entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

ANÁLISIS DE VARIANZA/CADMIO						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	41,19	4	10,30	192,84	$1{,}06 \times 10^{-12}$	3,06
Dentro de los grupos	0,80	15	0,05			
Total	42,00	19				

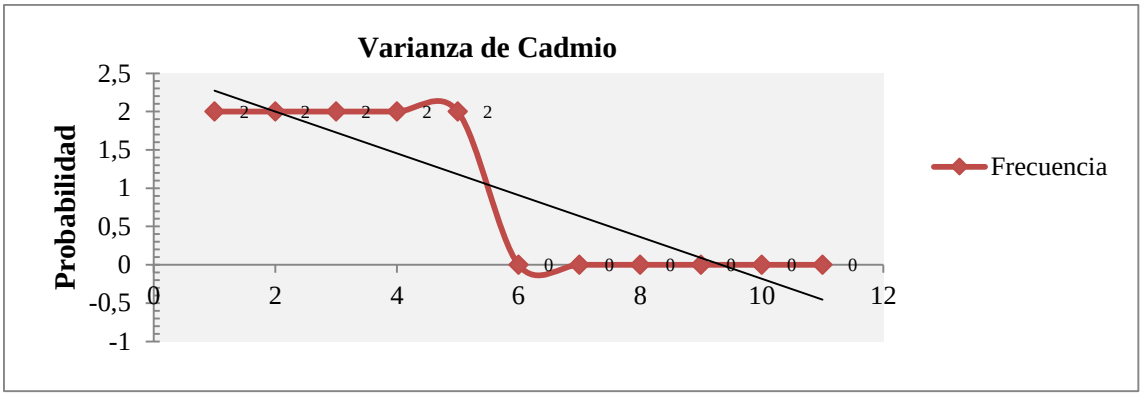
Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 20, el Análisis de Varianza de las plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott de la Suma de Cuadrados entre grupos es **SST =** $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 41,88-0,68 = 41,19; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE= $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ =1,88-1,11= 0,80 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 41,19+0,80 = 42. Los grados de libertad entre los grupos es k-1=5-1= 4, dentro de los grupos es n-k =19-4 = 15 y el total es n-1= 20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST= SST/(k-1) = 41,19/(4) = 10,30; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) = 0,80/(15) = 0,05.

La frecuencia es MST/MSE = 10,30/0,05 = 192,84. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $1{,}06 \times 10^{-12}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 27.



Elaborado por: La Autora.

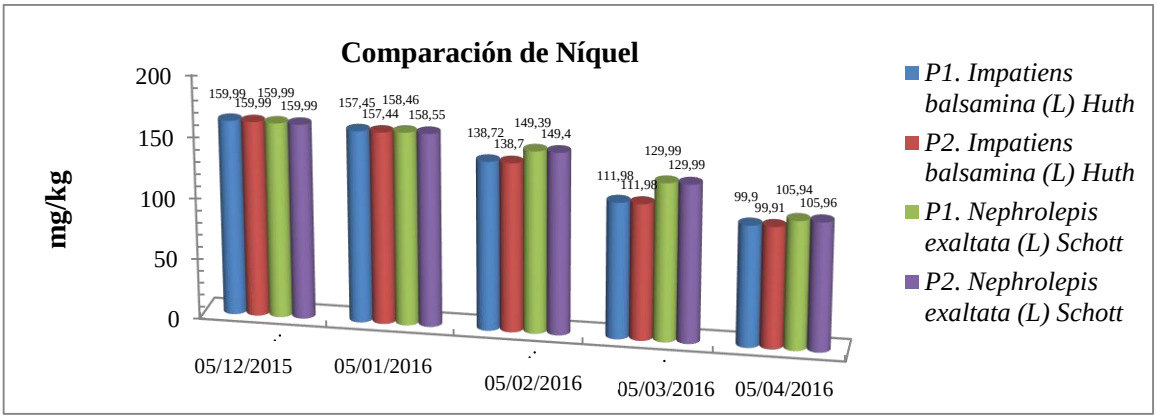
Interpretación: En el Gráfico 27, indica el análisis de varianza de los análisis de suelo en Cadmio señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 21. Comparación de Níquel entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	159,99	157,45	138,72	111,98	99,90
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	159,99	157,44	138,70	111,98	99,91
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	159,99	158,46	149,39	129,99	105,94
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	159,99	158,55	149,40	129,99	105,96

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 28.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: En el Gráfico 28, los valores de Níquel en P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 159,99 mg/kg; en 05/01/2016 es de 157,45 mg/kg; en 05/02/2016 es de 138,72 mg/kg; en 05/03/2016 es de 111,98 mg/kg y en 05/04/2016 es de 99,90 mg/kg; menorando el contaminante del suelo en un total de 60.09 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Níquel como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 159,99 mg/kg; en 05/01/2016 es de 157,44 mg/kg; en 05/02/2016 es de 138,70 mg/kg; en 05/03/2016 es de 111,98 mg/kg y en 05/04/2016 es de 99,91 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 60,08 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Níquel como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Los valores en P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 59,99 mg/kg; en 05/01/2016 es de 158,46 mg/kg; en 05/02/2016 es de 149,39 mg/kg; en 05/03/2016 es de 129,99 mg/kg y en 05/04/2016 es de 105,94 mg/kg menorando el contaminante del suelo en un total de 54,04 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Níquel como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 159,99 mg/kg; en 05/01/2016 es de 158,55 mg/kg; en 05/02/2016 es de 149,40 mg/kg; en 05/03/2016 es de

129,99 mg/kg y en 05/04/2016 es de 105,96 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 54,03 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 22. Análisis de varianza de Níquel entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

ANÁLISIS DE VARIANZA/NÍQUEL						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	9.741,88	4	2.435,47	76,72	$8{,}40 \times 10^{-10}$	3,06
Dentro de los grupos	476,20	15	31,75			
Total	10.218,08	19				

Elaborado por: La Autora.

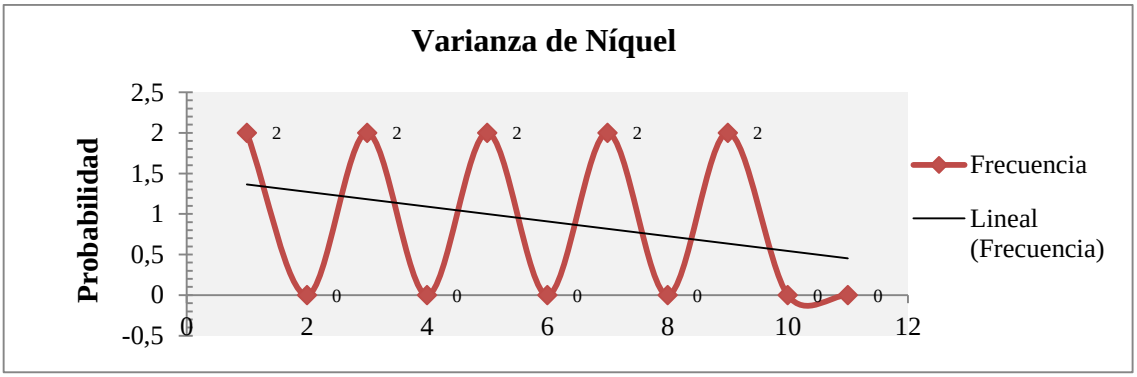
Interpretación: La Tabla 22, en el Análisis de Varianza de Níquel la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 10.085,45-343,57 = 9.741,88; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 6.789,25-6.313,05 = 476,20 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 9.741,88+476,20 = 10.218,08.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1=5-1= 4, dentro de los grupos es n-k =19-4 = 15 y el total es n-1 = 20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) = 9.741,88/(4) = 2.435,47; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) = 476,20/(15) = 31,75.

La frecuencia es MST/MSE = 2.435,47/31,75 = 76,72. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $8{,}40 \times 10^{-10}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 29.



Elaborado por: La Autora.

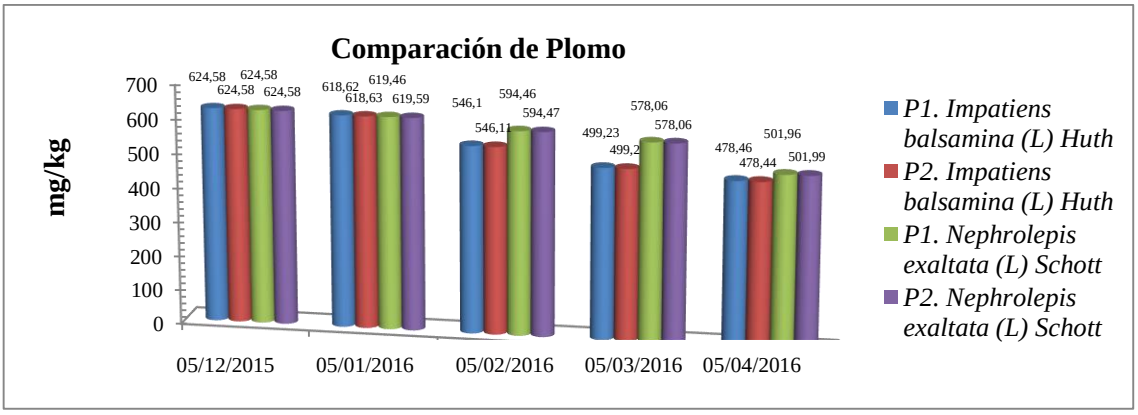
Interpretación: En el Gráfico 29, el análisis de varianza de los análisis de suelo en Níquel señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 23. Comparación de Plomo entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	624,58	618,62	546,10	499,23	478,46
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	624,58	618,63	546,11	499,20	478,44
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	624,58	619,46	594,46	578,06	501,96
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	624,58	619,59	594,47	578,06	501,99

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 30.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 30, señala los valores de Plomo en P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 624,58 mg/kg; en 05/01/2016 es de 618,62 mg/kg; en 05/02/2016 es de 546,10 mg/kg; en 05/03/2016 es de 499,23 mg/kg y en 05/04/2016 es de 478,46 mg/kg; menorando el contaminante del suelo en un total de 146,12 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 624,58 mg/kg; en 05/01/2016 es de 618,63 mg/kg; en 05/02/2016 es de 546,11 mg/kg; en 05/03/2016 es de 499,20 mg/kg y en 05/04/2016 es de 478,44 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 146,14 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Los valores en P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 624,58 mg/kg; en 05/01/2016 es de 594,46 mg/kg; en 05/02/2016 es de 578,06 mg/kg; en 05/03/2016 es de 501,96 mg/kg y en 05/04/2016 es de 501,96 mg/kg menorando el contaminante del suelo en un total de 122,62 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 624,58 mg/kg; en 05/01/2016 es de 619,59 mg/kg; en 05/02/2016 es de 594,47 mg/kg; en 05/03/2016 es de

578,06 mg/kg y en 05/04/2016 es de 501,99 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 122,59 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 24. Análisis de varianza de Plomo entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

ANÁLISIS DE VARIANZA/PLOMO						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	50.906,67	4	12.726,66	20,96	$5{,}32 \times 10^{-06}$	3,06
Dentro de los grupos	9.109,47	15	607,30			
Total	60.016,14	19				

Elaborado por: La Autora.

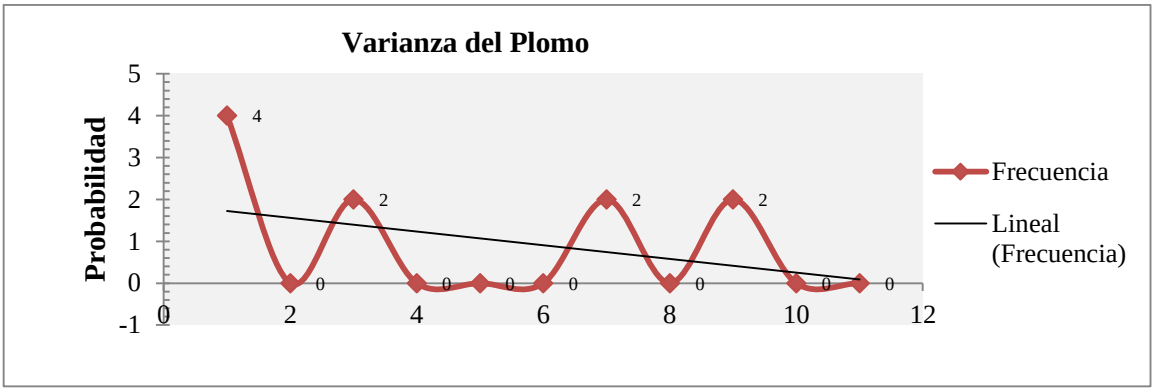
Interpretación: La Tabla 24, en el Análisis de Varianza de Plomo la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 89.156,21-38.249,54 = 50.906,67; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 11.456,27-2.346,80 = 9.109,47 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 60.016,14.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 15 y el total es n-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST=SST/(k-1)= 12,726.66; dentro de los grupos es MSE=SSE/(n-k)= 607,30.

La frecuencia es MST/MSE = 20,96. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $5{,}32 \times 10^{-06}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 31.



Elaborado por: La Autora.

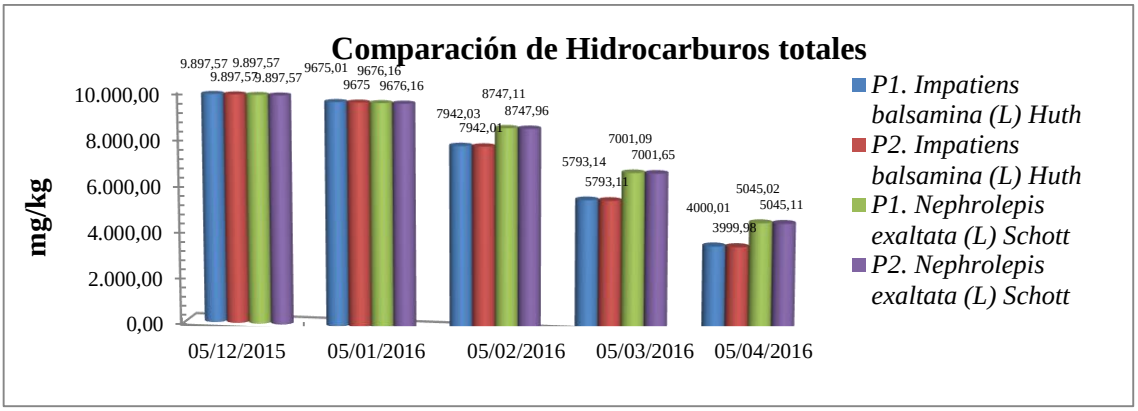
Interpretación: El Gráfico 31, expresa el análisis de varianza de los análisis de suelo en Plomo señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 25. Comparación de Hidrocarburos totales entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	9.897,57	9.675,01	7.942,03	5.793,14	4.000,01
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	9.897,57	9.675,00	7.942,01	5.793,11	3.999,98
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	9.897,57	9.676,16	8.747,11	7.001,09	5.045,02
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	9.897,57	9.676,16	8.747,96	7.001,65	5.045,11

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 32.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 32, los valores de Hidrocarburos totales en P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 9.897,57 mg/kg; en 05/01/2016 es de 9.675,01 mg/kg; en 05/02/2016 es de 7.942,03 mg/kg; en 05/03/2016 es de 5.793,14 mg/kg y en 05/04/2016 es de 4.000,01 mg/kg; menorando el contaminante del suelo en un total de 3.012,44 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos totales como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 9.897,57 mg/kg; en 05/01/2016 es de 9.675,00 mg/kg; en 05/02/2016 es de 7.942,01 mg/kg; en 05/03/2016 es de 5.793,11 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3.999,98 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 5.897,59 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos totales como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Los valores de P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 9.897,57 mg/kg; en 05/01/2016 es de 9.676,16 mg/kg; en 05/02/2016 es de 8.747,11 mg/kg; en 05/03/2016 es de 7.001,09 mg/kg y en 05/04/2016 es de 5.045,02 mg/kg menorando el contaminante del suelo en un total de 4.852,55 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 9.897,57 mg/kg; en 05/01/2016 es de 9.676,16 mg/kg; en 05/02/2016 es de 8.747,96 mg/kg; en 05/03/2016 es de 7.001,65 mg/kg y en 05/04/2016 es de 5.045,11 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 4.852,46 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos totales como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 26. Análisis de varianza de Hidrocarburos totales entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

ANÁLISIS DE VARIANZA/HIDROCARBUROS TOTALES						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	83´674.594,24	4	20´918.648,50	98,03	$1{,}45 \times 10^{-10}$	3,06
Dentro de los grupos	3´200.883,56	15	213.392,23			
Total	86´875.477,80	19				

Elaborado por: La Autora.

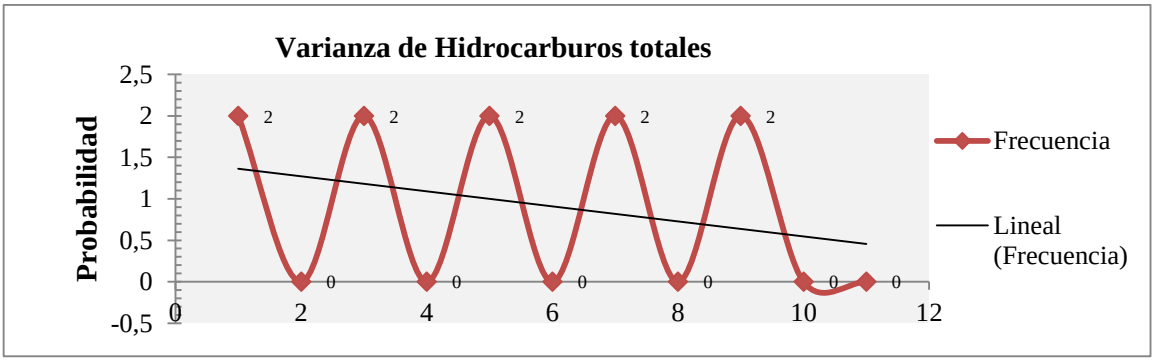
Interpretación: La Tabla 26, en el Análisis de Varianza de Hidrocarburos totales la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 100´156.487,26-16´481.893 = 83´674.594,24; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 8´649.786,21-5´448.902,65 = 3´200.883,56 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 86´875.477,80.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1= 5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1= 20-1 = 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) = 83´674.594,24/(4) = 20´918.648,50; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) = 3´200.883,56 /(15) = 213.392,23.

La frecuencia es MST/MSE = 20´918.648,50/213.392,23 = 98,03. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $1{,}45 \times 10^{-10}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 33.



Elaborado por: La Autora.

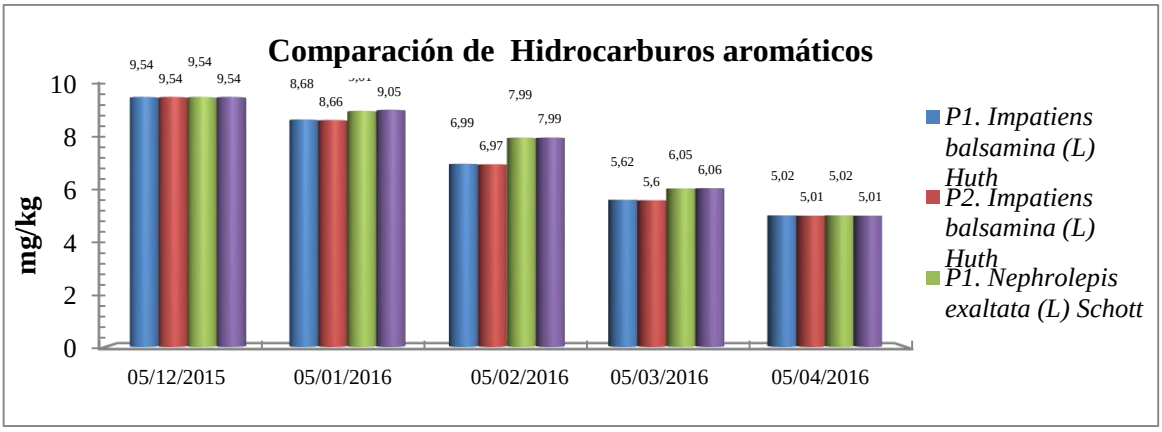
Interpretación: El Gráfico 33, análisis de varianza de los análisis de suelo en Hidrocarburos totales señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 27. Comparación de Hidrocarburos aromáticos entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	9,54	8,68	6,99	5,62	5,02
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	9,54	8,66	6,97	5,6	5,01
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	9,54	9,01	7,99	6,05	5,02
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	9,54	9,05	7,99	6,06	5,01

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 34.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 34, los valores de Hidrocarburos aromáticos en P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 9,54 mg/kg; en 05/01/2016 es de 8,68 mg/kg; en 05/02/2016 es de 6,99 mg/kg; en 05/03/2016 es de 5,62 mg/kg y en 05/04/2016 es de 5,02 mg/kg; menorando el contaminante del suelo en un total de 4,5 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 9,54 mg/kg; en 05/01/2016 es de 8,66 mg/kg; en 05/02/2016 es de 6,97 mg/kg; en 05/03/2016 es de 5,60 mg/kg y en 05/04/2016 es de 5,01 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 4,53 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Los valores de P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 9,54 mg/kg; en 05/01/2016 es de 9,01 mg/kg; en 05/02/2016 es de 7,99 mg/kg; en 05/03/2016 es de 6,05 mg/kg y en 05/04/2016 es de 5,02 mg/kg menorando el contaminante del suelo en un total de 4,52 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 9,54 mg/kg; en 05/01/2016 es de 9,05 mg/kg; en 05/02/2016 es de 7,99 mg/kg; en 05/03/2016 es de 6,06

mg/kg y en 05/04/2016 es de 5,01 mg/kg reduciendo el contaminante del suelo en un total de 4,53 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 28. Análisis de varianza de Hidrocarburos aromáticos entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

ANÁLISIS DE VARIANZA/HIDROCARBUROS AROMATICOS						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	59,28	4	14,82	164,75	$3{,}36 \times 10^{-12}$	3,06
Dentro de los grupos	1,35	15	0,09			
Total	60,63	19				

Elaborado por: La Autora.

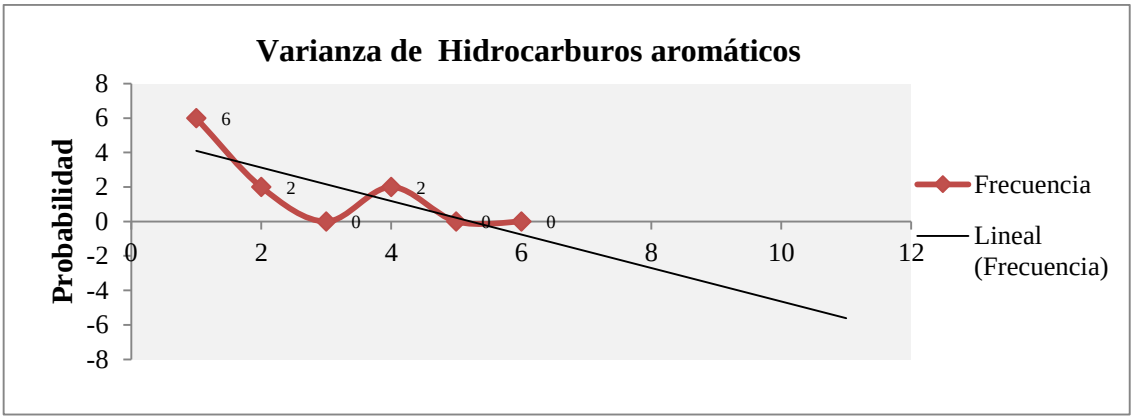
Interpretación: La Tabla 28, en el Análisis de Varianza de Hidrocarburos aromáticos la Suma de Cuadrados de entre grupos es es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 75,18-15,90 = 59,28; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 4,79-3,44 = 1,35 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE =59,28+1,35 = 60,63.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1 = 5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1= 20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) = 59,28/(4)= 14,82; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) =1,35/(15) = 0,09.

La frecuencia es MST/MSE =14,82/0,09 = 164,75. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $3{,}36 \times 10^{-12}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06

Gráfico 35.



Elaborado por: La Autora.

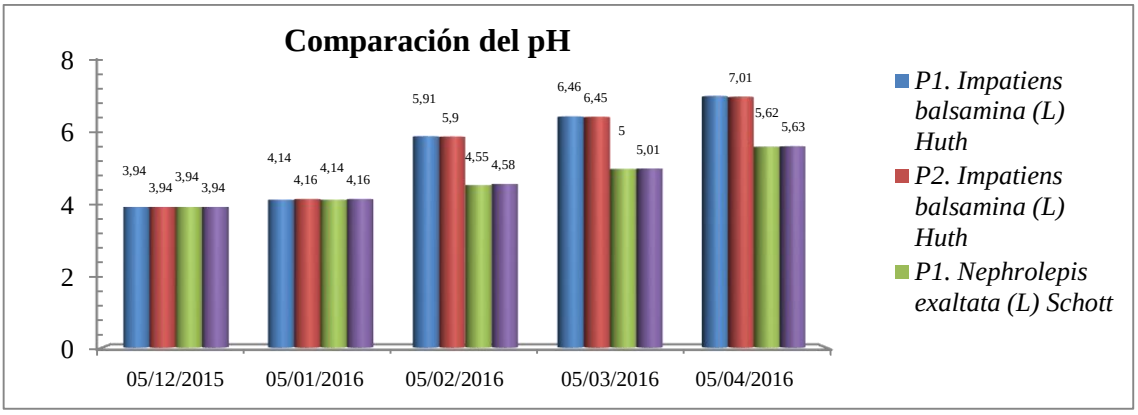
Interpretación: El Gráfico 35, describe el análisis de varianza de los análisis de suelo en Hidrocarburos aromáticos señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 29. Comparación del pH entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

Detalle	05/12/2015	05/01/2016	05/02/2016	05/03/2016	05/04/2016
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	3,94	4,14	5,91	6,46	7,03
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	3,94	4,16	5,90	6,45	7,01
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	3,94	4,14	4,55	5,00	5,62
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	3,94	4,16	4,58	5,01	5,63

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 36.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 36, los valores del pH en P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 3,94; en 05/01/2016 es de 4,14; en 05/02/2016 es de 5,91; en 05/03/2016 es de 6,46 y en 05/04/2016 es de 7,01 (básico); creciendo en 3,09.

En P2 en *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 3,94; en 05/01/2016 es de 4,16; en 05/02/2016 es de 5,90; en 05/03/2016 es de 6,45 y en 05/04/2016 es de 7,01(básico) creciendo en 3,07.

Los valores en P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 3,94; en 05/01/2016 es de 4,14; en 05/02/2016 es de 4,55; en 05/03/2016 es de 5,00 y en 05/04/2016 es de 5,62 (neutro) aumentando en 1,68.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 3,94; en 05/01/2016 es de 4,16; en 05/02/2016 es de 4,58; en 05/03/2016 es de 5,01 y en 05/04/2016 es de 5,63 (neutro) aumentando en 1,69.

Tabla 30. Análisis de varianza de pH entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en análisis de suelos.

ANÁLISIS DE VARIANZA/pH						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	16,62	4	4,15	10,66	0,00	3,06
Dentro de los grupos	5,85	15	0,39			
Total	22,46	19				

Elaborado por: La Autora.

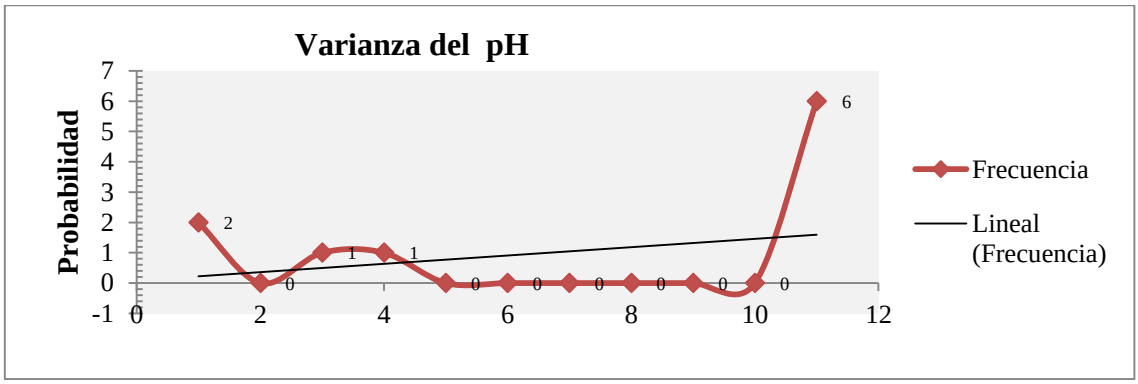
Interpretación: La Tabla 30, en el Análisis de Varianza de pH la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 29,48-12,86 = 16,62; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 11,57-5,72 = 5,85 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 16,62+5,85=22,46.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1 = 5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1 = 20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) =16,62/(4) = 4,15; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) =5,85/(15) = 0,39.

La frecuencia es MST/MSE = 4,15/0,39 = 10,66. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad 0,00 y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 37.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 37, el análisis de varianza de los análisis de suelo en pH señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

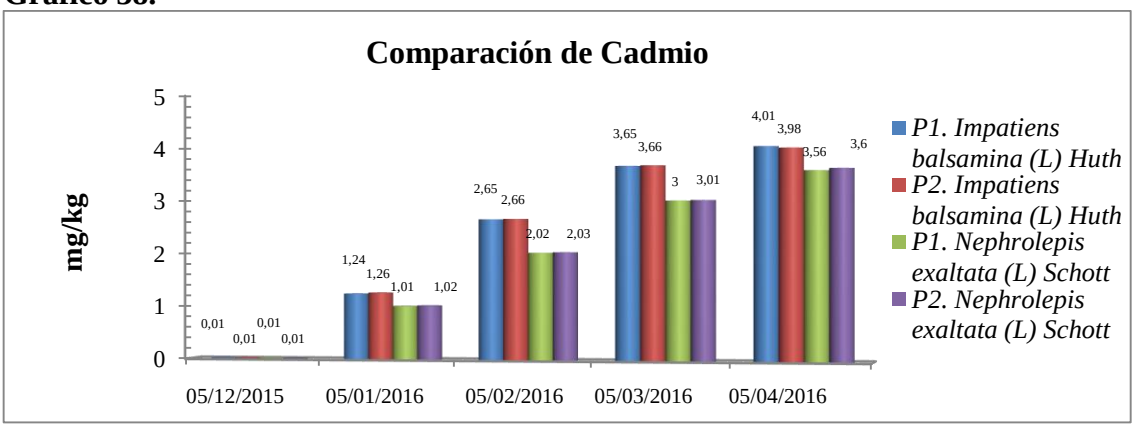
ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS

Tabla 31. Comparación de análisis bromatológicos de Cadmio entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	1,24	2,65	3,65	4,01
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	1,26	2,66	3,66	3,98
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	1,01	2,02	3,00	3,56
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	1,02	2,03	3,01	3,60

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 38.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 38, los análisis bromatológicos en Cadmio de *Impatiens balsamina* (L) Huth P1 en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,24 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,65 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,65 mg/kg y en 05/04/2016 es de 4,01 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 4,00 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,26 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,66 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,66 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,98 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,97 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,01 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,02 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,00 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,56 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,55 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,01 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,03 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,01 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,60 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,59 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Cadmio como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 32. Análisis de varianza de Cadmio en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

ANÁLISIS DE VARIANZA/CADMIO						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	38,88	4	9,72	139,05	$1,16x10^{-11}$	3,06
Dentro de los grupos	1,05	15	0,07			
Total	39,93	19				

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 32, en el Análisis de Varianza de Cadmio la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 50,29-11,41=38,88; la suma de

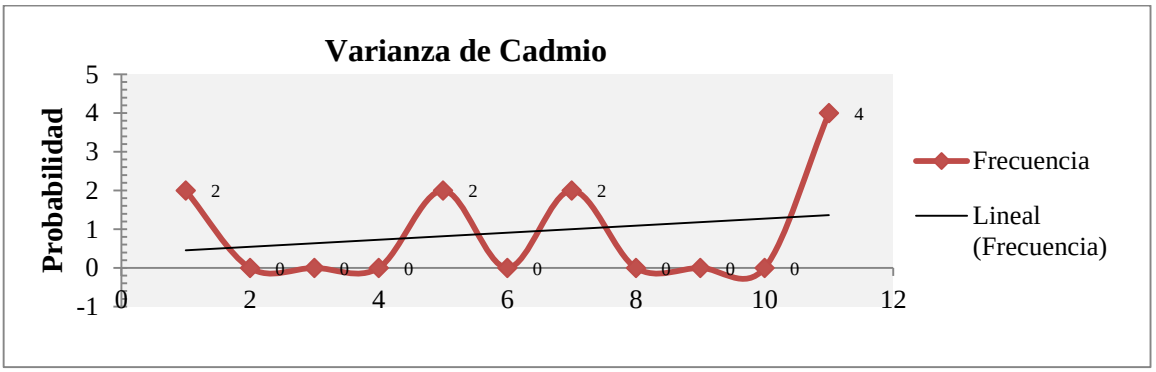
cuadrados dentro de los grupos SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 4,19-3,14=1,05 y la suma de cuadrados total = SST+SSE = 38,88+1,05 = 39,93.

Los grados de libertad entre los grupos es SST+SSE = 5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1= 20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) = 38,88/(4)= 9,72; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) =1,05/(15)= 0,07.

La frecuencia es MST/MSE = 9,72-0,07 = 139,05. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $1{,}16 \times 10^{-11}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 39.



Elaborado por: La Autora.

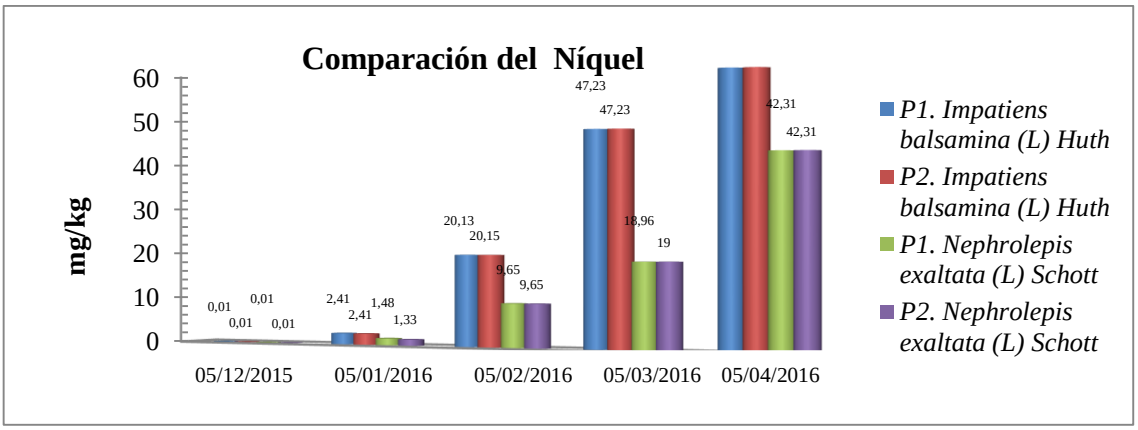
Interpretación: El Gráfico 39, se representa el análisis de varianza de los análisis bromatológicos en Cadmio señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 33. Comparación de análisis bromatológicos de Níquel de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	2,41	20,13	47,23	59,62
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	2,41	20,15	47,23	59,61
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	1,48	9,65	18,96	42,31
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	1,33	9,65	19,00	42,31

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 40.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 40, los análisis bromatológicos en Níquel de P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 2,41 mg/kg; en 05/02/2016 es de 20,13 mg/kg; en 05/03/2016 es de 47,23 mg/kg y en 05/04/2016 es de 59,62 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 59,61 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Níquel como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 2,41 mg/kg; en 05/02/2016 es de 20,15 mg/kg; en 05/03/2016 es de 47,23 mg/kg y

en 05/04/2016 es de 59,61 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 59,60 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Níquel como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,48 mg/kg; en 05/02/2016 es de 9,65 mg/kg; en 05/03/2016 es de 18,96 mg/kg y en 05/04/2016 es de 42,31 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 42,30 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Níquel como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/02/2016 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,33 mg/kg; en 05/02/2016 es de 9,65 mg/kg; en 05/03/2016 es de 19,00 mg/kg y en 05/04/2016 es de 42,31 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 42,30 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Níquel como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 34. Análisis de varianza de Níquel en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

ANÁLISIS DE VARIANZA/NIQUEL						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	7.533,05	4	1.883,26	23,37	$2{,}68 \times 10^{-06}$	3,06
Dentro de los grupos	1.208,59	15	80,57			
Total	8.741,64	19				

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 34, el Análisis de Varianza de Níquel de las plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott de la Suma de Cuadrados entre grupos es SST = $\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 11.654,29-4.121,24 = 7.533,05; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 3.496,18-2.287,59 =

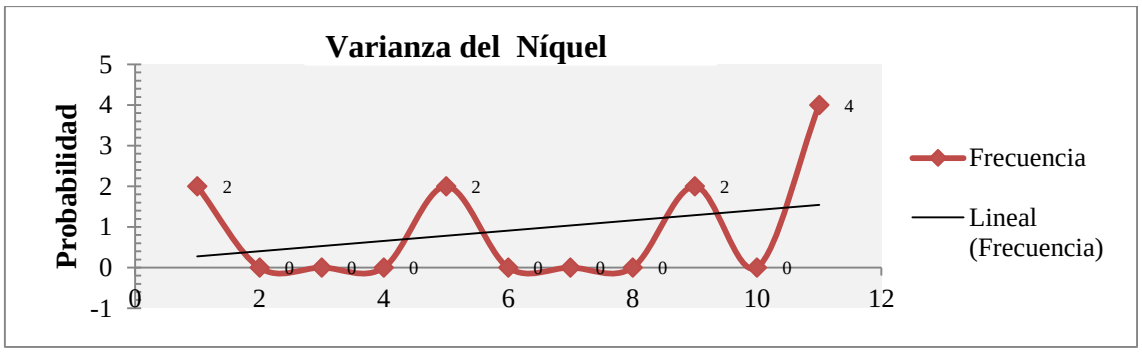
1.208,59 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 7.533,05-1.208,59 = 8.741,64.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1=5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1= 20-1 = 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) =7.533,05/(4) = 1.883,26; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) =1.208,59/(15) = 80,57.

La frecuencia es MST/MSE = 1.883,26/80,57 = 23,37. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $2{,}68 \times 10^{-06}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 41.



Elaborado por: La Autora.

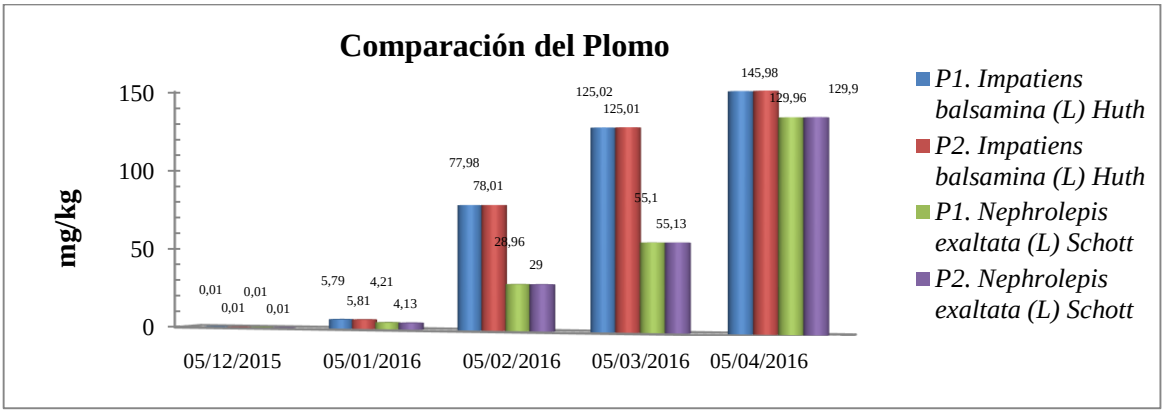
Interpretación: El Gráfico 41, expresa los análisis de varianza de los análisis bromatológicos en Níquel señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 35. Comparación de análisis bromatológicos de Plomo de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	5,79	77,98	125,02	145,95
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	5,81	78,01	125,01	145,98
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	4,21	28,96	55,10	129,96
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	4,13	29,00	55,13	129,90

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 42.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 42, los análisis bromatológicos del Plomo de P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 5,79 mg/kg; en 05/02/2016 es de 77,98 mg/kg; en 05/03/2016 es de 125,02 mg/kg y en 05/04/2016 es de 145,98 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 145,94 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 5,81 mg/kg; en 05/02/2016 es de 78,01 mg/kg; en 05/04/2016es de

125,01 mg/kg y en 05/04/2016 es de 145,98 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 145,97 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 4,21 mg/kg; en 05/02/2016 es de 28,96 mg/kg; en 05/03/2016 es de 55,10 mg/kg y en 05/04/2016 es de 129,96 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 129,95 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 4,13 mg/kg; en 05/02/2016 es de 29,00 mg/kg; en 05/03/2016 es de 55,13 mg/kg y en 05/04/2016 es de 129,90 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 129,89 mg/kg, esto se debe a que utiliza el Plomo como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 36. Análisis de varianza de Plomo en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

ANÁLISIS DE VARIANZA/PLOMO						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	54.444,41	4	13.611,10	27,05	$1{,}05 \times 10^{-06}$	3,06
Dentro de los grupos	7.548,27	15	503,22			
Total	61.992,68	19				

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 36, en el Análisis de Varianza de Plomo la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 79.518,49-25.074,08 = 54.444,41; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 8.493,87-945,60 =

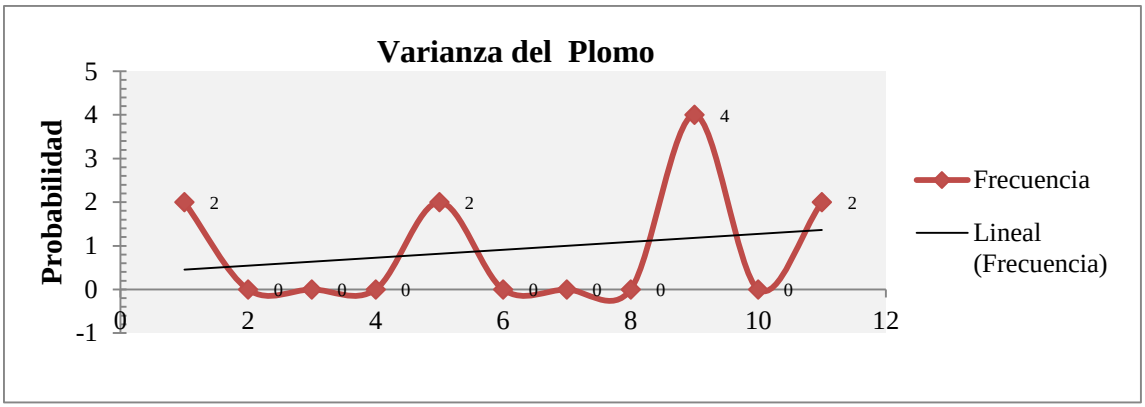
7.548,27 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 54.444,41+7.548,27 = 61.992,68.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1 = 5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1= 20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) =7.548,27/(4) = 13.611,10; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) =7.548,27/(15) = 503,22.

La frecuencia es MST/MSE =13.611,10/503,22 = 27,05. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $1{,}05x10^{-06}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 43. .



Elaborado por: La Autora.

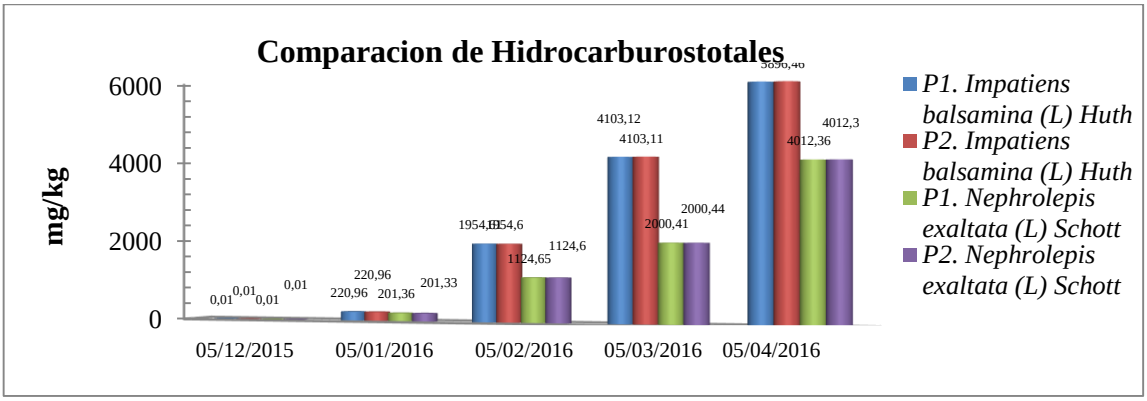
Interpretación: El Gráfico 43, representa los análisis de varianza de los análisis bromatológicos de Plomo señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 37. Comparación de análisis bromatológicos de Hidrocarburos totales de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	220,96	1.954,61	4.103,12	5.896,45
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	220,96	1.954,6	4.103,11	5.896,46
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	201,36	1.124,65	2.000,41	4.012,36
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	201,33	1.124,60	2.000,44	4.012,30

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 44.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 44, los análisis bromatológicos de los Hidrocarburos totales de P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 220,96 mg/kg; en 05/02/2016 es de 1.954,61 mg/kg; en 05/03/2016 es de 4.103,12 mg/kg y en 05/04/2016 es de 5.896,45 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 5.896,44 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos totales como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 220,96 mg/kg; en 05/02/2016 es de 1.954,60 mg/kg; en 05/03/2016 es de 4.103,11 mg/kg y en 05/04/2016 es de 5.896,46 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 5896,45 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos totales como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 201,36 mg/kg; en 05/02/2016 es de 1.124,65 mg/kg; en 05/03/2016 es de 2.000,41 mg/kg y en 05/04/2016 es de 4.012,36 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 4.012,35 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos totales como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 201,33 mg/kg; en 05/02/2016 es de 1.124,60 mg/kg; en 05/03/2016 es de 2.000,44 mg/kg y en 05/04/2016 es de 4.012,30 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 4.012,29 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos totales como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 38. Análisis de varianza de Hidrocarburos totales en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

ANÁLISIS DE VARIANZA/HIDROCARBUROS TOTALES						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	689.917,10	4	172.729,31	29,85	$5{,}52 \times 10^{-07}$	3,06
Dentro de los grupos	80.483,80	15	57.765,59			
Total	775.400,90	19				

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 38, en el Análisis de Varianza de Hidrocarburos totales la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 807.961,28-118.044,18

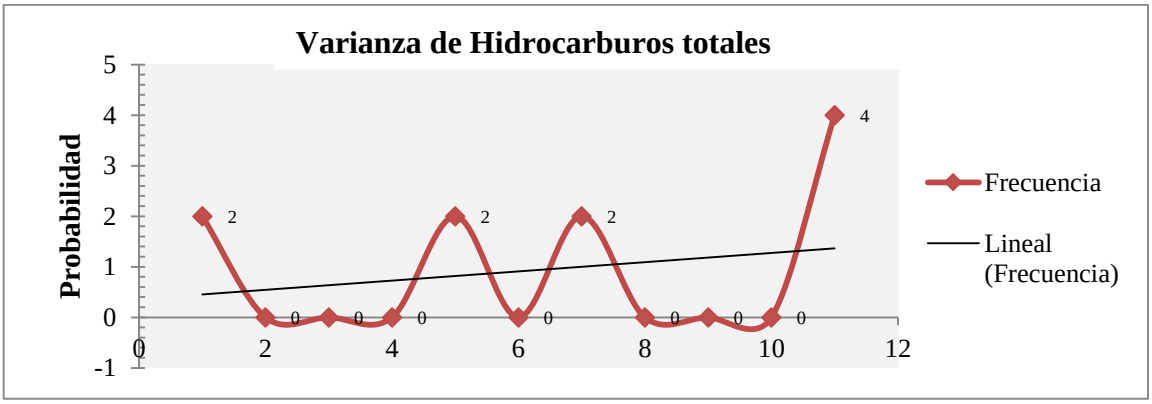
= 689.917,10; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} =$ 100.894,28-20.410,48 = 80.483,80 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 689.917,10+80.483,80 = 775.400,90.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1= 5-1 = 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1= 20-1=19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) = 689.917,10/(4) = 172.729,31; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) =80.483,80/(15) = 57.764,59.

La frecuencia es MST/MSE = 172.729,31+57.765,59 = 29,85. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $5{,}52 \times 10^{-07}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 45.



Elaborado por: La Autora.

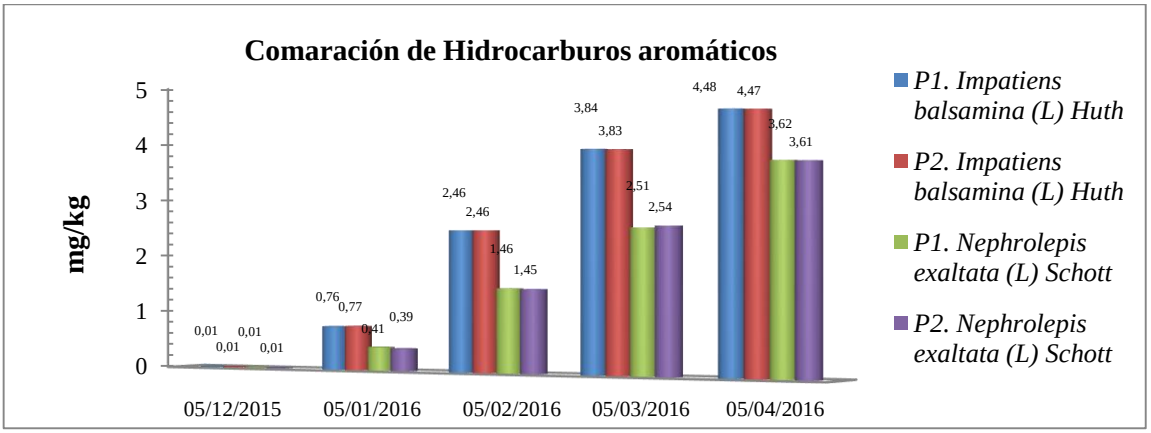
Interpretación: El Gráfico 45, representa los análisis de varianza de los análisis bromatológicos de Hidrocarburos totales, señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 39. Comparación de análisis bromatológicos de Hidrocarburos aromáticos de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Detalle	05/12/2015 mg/kg	05/01/2016 mg/kg	05/02/2016 mg/kg	05/03/2016 mg/kg	05/04/2016 mg/kg
P1 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	0,76	2,46	3,84	4,48
P2 *Impatiens balsamina* (L) Huth	0,01	0,77	2,46	3,83	4,47
P1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	0,41	1,46	2,51	3,62
P2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	0,01	0,39	1,45	2,54	3,61

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 46.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 46, los análisis bromatológicos de los Hidrocarburos aromáticos de P1 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 0,76 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,46 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,84 mg/kg y en 05/04/2016 es de 4,48 mg/kg ,aumentando el contaminante en la plántula en un total de 4,47 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 0,77 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,46 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,83 mg/kg y en 05/04/2016 es de 4,47 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 4,46 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

En P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 0,41 mg/kg; en 05/02/2016 es de 1,46 mg/kg; en 05/03/2016 es de 2,51 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,62 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,61 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,0 1 mg/kg; en 05/01/2016 es de 0,39 mg/kg; en 05/02/2016 es de 1,45 mg/kg; en 05/03/2016 es de 2,54 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,61 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,60 mg/kg, esto se debe a que utiliza los Hidrocarburos aromáticos como compuesto nutritivo para realizar la fotosíntesis y funciones vitales.

Tabla 40. Análisis de varianza de Hidrocarburos aromáticos en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

ANÁLISIS DE VARIANZA/HIDROCARBUROS AROMÁTICOS						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	46,14	4	11,54	48,07	$2{,}23 \times 10^{-08}$	3,06
Dentro de los grupos	3,60	15	0,24			
Total	49,74	19				

Elaborado por: La Autora.

Interpretación: La Tabla 32, en el Análisis de Varianza de Hidrocarburos aromáticos la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 47,69-1,55 = 46,14;

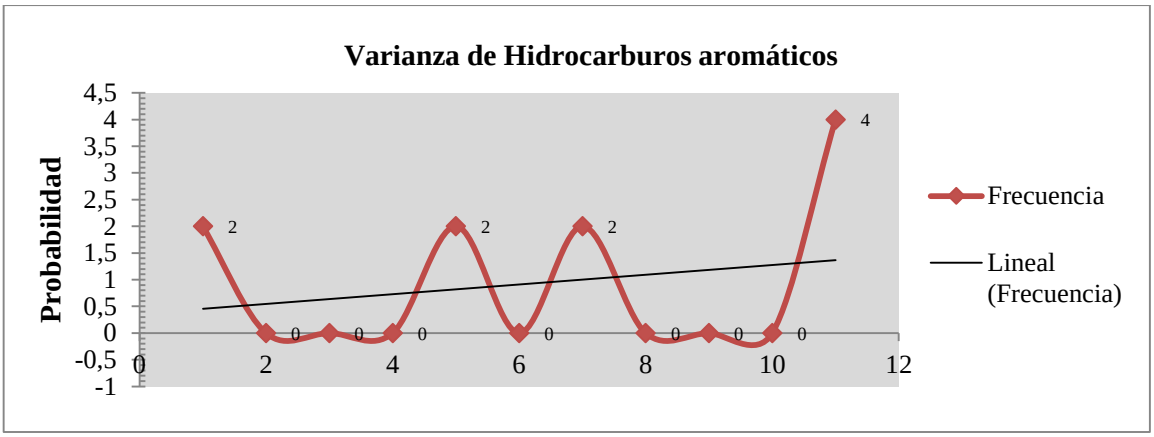
la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum \boldsymbol{x^2} - \frac{(\sum \boldsymbol{x})\,\mathbf{2}}{\boldsymbol{n}}$ = 8,49-4,89= 3,60 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 46,14+3,60 = 49,74.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1 = 5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1 = 20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) = 46,14/(4)= 11,54; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) =3,60/(15) = 0,24.

La frecuencia es MST/MSE = 46,14+3,60 = 48,07. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad $2{,}23 \times 10^{-06}$ y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 47.



Elaborado por: La Autora.

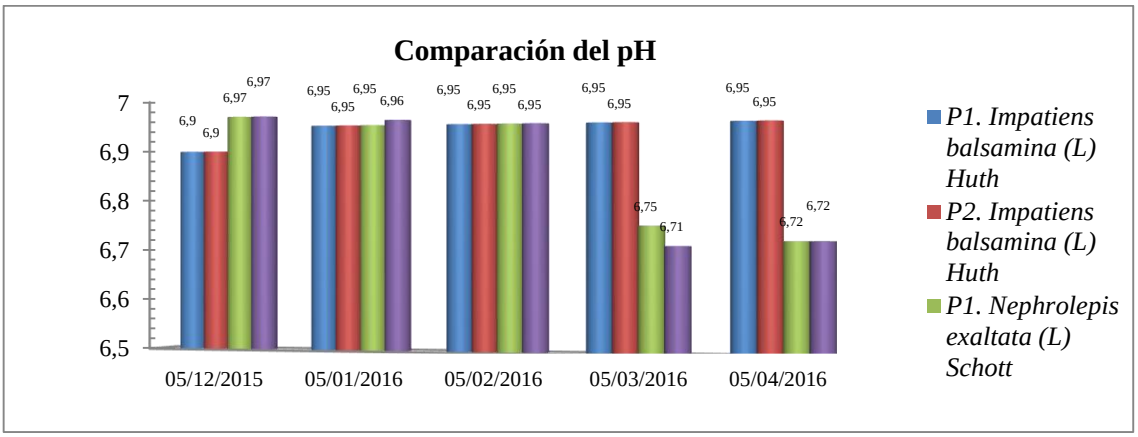
Interpretación: El Gráfico 47, expresa el análisis de varianza de los análisis bromatológicos de Hidrocarburos aromáticos, señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

Tabla 41. Comparación de análisis bromatológicos de pH de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

Detalle	05/12/2015	05/01/2016	05/02/2016	05/03/2016	05/04/2016
P1. *Impatiens balsamina* (L) Huth	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95
P2. *Impatiens balsamina* (L) Huth	6,90	6,95	6,95	6,95	6,95
P1. *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	6,97	6,95	6,95	6,75	6,72
P2. *Nephrolepis exaltata* (L) Schott	6,97	6,96	6,95	6,71	6,72

Elaborado por: La Autora.

Gráfico 48.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 48, los análisis bromatológicos del pH de P1 en *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,24 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,65 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,65 mg/kg y en 05/04/2016 es de 4,01 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 4,00 mg/kg.

En P2 de *Impatiens balsamina* (L) Huth en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,26 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,66 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,66 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,98 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,97 mg/kg.

En P1 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg; en 05/01/2016 es de 1,01 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,02 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,00 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,56 mg/kg, aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,55 mg/kg.

Y en P2 de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott en 05/12/2015 es de 0,01 mg/kg ; en 05/01/2016 es de 1,01 mg/kg; en 05/02/2016 es de 2,03 mg/kg; en 05/03/2016 es de 3,01 mg/kg y en 05/04/2016 es de 3,60 mg/kg aumentando el contaminante en la plántula en un total de 3,59 mg/kg.

Tabla 42. Análisis de varianza de pH en plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

ANÁLISIS DE VARIANZA/pH						
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0,06	4	0,01	2,00	0,15	3,06
Dentro de los grupos	0,11	15	0,01			
Total	0,16	19				

Elaborado por: La Autora, 2016

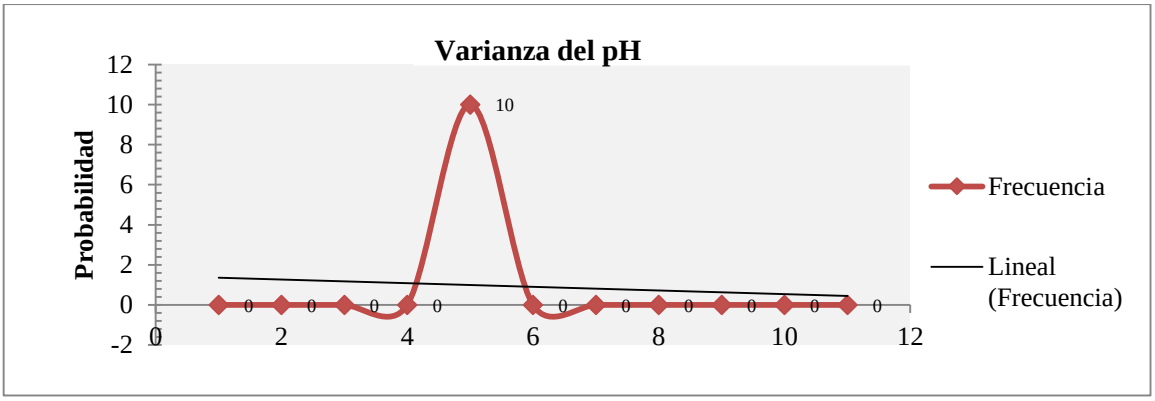
Interpretación: La Tabla 42, en el Análisis de Varianza de pH la Suma de Cuadrados de entre grupos es SST = $\sum\left(\frac{T^2C}{n_c}\right) - \frac{(\sum x)2}{n}$ = 1,49-1,43 = 0,06; la suma de cuadrados dentro de los grupos es SSE = $\sum x^2 - \frac{(\sum x)\,2}{n}$ = 0,78-0,67 = 0,11 y la suma de cuadrados total es SS total = SST+SSE = 0,06+0,11 = 0,16.

Los grados de libertad entre los grupos es k-1 = 5-1= 4, dentro de los grupos es n-k = 19-4 = 15 y el total es n-1 =20-1= 19.

El promedio de los cuadrados entre los grupos es MST = SST/(k-1) = 0,01/(4)= 0,01; dentro de los grupos es MSE = SSE/(n-k) = 0,11/(15) = 0,01.

La frecuencia es MST/MSE = 0,01/0,01 = 2,00. La probabilidad y valor crítico se determina mediante la Tabla de Fisher (0,05) que es la probabilidad 0,15 y valor crítico para la frecuencia es 3,06.

Gráfico 49.



Elaborado por: La Autora.

Interpretación: El Gráfico 49, expresa los análisis de varianza de los análisis bromatológicos de pH, señala que no existe un grado significativo entre *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth, aceptando la hipótesis nula.

g. DISCUSIÓN

7.1. Realizar análisis físicos-químicos de laboratorio para determinar la concentración de hidrocarburos derivados del petróleo en el suelo de los talleres automotriz más representativos.

Según Gutiérrez en el año 2012, en una investigación realizada en México denominada "diseño de un sistema de tratamiento para la biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos (derrame)", expone una metodología de fitorremediación con *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* ex situ, obteniendo como línea base de suelo: Plomo 875,96 mg/kg; Cadmio 46,13 mg/kg; Cobre 84,01 mg/kg; Zinc 113 mg/kg; Cromo 94,03 mg/kg y Níquel 234,79 mg/kg parámetros establecidos en la Ley Ambiental Mexicana Tabla uno, con muestras complejas, evidenciando saturación en el suelos por contaminantes hidrocarburífera.

Según Pozzo en el año 2012, realizó una investigación para la empresa SWACO de Argentina, elaboró un "PLAN DE TRATAMIENTO PARA RESIDUOS DE PERFORACION (cutting base hidrocarburos) POR BIODEGRADACIÓN CON *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* EN SUELOS" in situ. Obteniendo una línea base de suelos: Plomo 875,96 mg/kg; Cadmio 46,13 mg/kg; Cobre 84,01 mg/kg; Zinc 113 mg/kg; Cromo 94,03 mg/kg y Níquel 234,79 mg/kg parámetros establecidos en el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador, RAOHE; Cadmio 68,6 mg/kg; Níquel 157,90 mg/kg; Plomo 968,20 mg/kg; Hidrocarburos totales 15763,64 mg/kg; pH 4,01 y Cromo 108 mg/kg parámetros establecidos en el Reglamento Ambiental Hidrocarburíficas para las Operaciones en el Ecuador.

De acuerdo a la presente investigación se realizó análisis de suelo para obtener una línea base del suelo contaminado con hidrocarburos derivados del petróleo en muestras complejas en talleres automotriz (Mecánica TROYA, Taller Automotriz MACK y Mecánica GUANOLUISA), obteniéndolos siguientes datos: Cadmio 13,75 mg/kg; Níquel 159,99 mg/kg; Plomo 624,58 mg/kg; Hidrocarburos totales 9.897,57 mg/kg;

Hidrocarburos aromáticos 9,54 mg/kg y pH 3,94 parámetros establecidos en el Reglamento Ambiental Hidrocarburíficas para las Operaciones en el Ecuador Tabla seis que estable los límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria Hidrocarburíferas, incluidas las estaciones de servicios, los parámetros tomados son Cadmio, Níquel, Plomo, Hidrocarburos totales, Hidrocarburos aromáticos y pH. Comparando lo ante citado se establece que en derrames petroleros como lo dice Gutiérrez, existen mayor saturación por contaminantes hidrocarburíferas en suelos que en talleres automotriz donde los productos utilizados ya son más refinados, aunque la contaminación es alta y existe contaminación a la biota del suelo. Esto también depende del ecosistema presente (clima) y el suelo, la relación entre el medio está estrechamente proporcional a su entorno.

7.2. Implementar dos bioensayos de remediación de suelo contaminado por hidrocarburos derivados del Petróleo.

Según Gutiérrez en el año 2012, expone una metodología de fitorremediación con utilización de *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata*, pero ex situ con parcelas de un metro de profundidad por dos metros de largo y dos metros de ancho entrando un total 150 plántulas por especie, en un total de cinco parcelas por especie. Impermializando el suelo con arcilla roja y carbonato de calcio (limpiadas las plántulas con agua limpia)

Según Pozzo en el año 2012, con la utilización de *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* EN SUELOS" in situ. Las parcelas son de 0,75 metros de profundidad por 1,5 metros de largo y 1,5 metros de ancho entrando un total 100 plántulas por especie, en un total de 10 parcelas por especie. Impermializando el suelo con arcilla roja y carbonato de calcio (limpiadas las plántulas con agua limpia).

En la presente investigación fue realizada en parcelas de 1,5 metros de largo, un metro de ancho y 0,5 metros de profundidad, existiendo dos parcelas por tratamiento y entrando 20 plántulas por parcela. Impermializando el suelo con arcilla roja y carbonato

de calcio (sin un proceso de purificación). En la remedición de SWACO y en la investigación realizada por Gutiérrez las plántulas pasan por un proceso de purificación con agua limpia, en esta investigación no se realizó ningún proceso de limpieza en las raíces. También varía el tamaño de las parcelas y el número dentro de las mismas. Esto haría que al momento de su desarrollo las plántulas tuvieran menos espacio y como descontaminar más, esto puede variar que los microorganismos existentes en el ambiente cambien.

El crecimiento de las plantas en esta investigación fue mayor la de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott que la de *Impatiens balsamina* (L) Huth he igualmente fueron en las dos investigaciones antes citadas, el grado de natalidad fue mayor en *Nephrolepis exaltata* (L) Schott pero en las investigaciones anteriores *Impatiens balsamina* (L) Huth se reproducen más, será por su número mayor o adsorberán más contaminante y por ende se reproducen más. El grado de mortalidad son iguales en esta investigación e igual en las investigaciones anteriores.

7.3. Determinar la eficacia de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott como agentes fitorremediadores y alternativa de remediación.

Según Gutiérrez en el año 2012, expone una metodología de fitorremediación con *Impatiens balsamina* & *Nephrolepis exaltata*. Obteniendo como datos finales en análisis de suelo *Impatiens balsamina:* en Cadmio 10,22 mg/kg; Cobre 57,02 mg/kg; Plomo 528,76 mg/kg; Cobre 35 mg/kg y Zinc 46,85 mg/kg y *Nephrolepis exaltata*: en Cadmio 12,34 mg/kg; Cobre 60,86 mg/kg; Plomo 586,77 mg/kg; Cobre 46,97 mg/kg y Zinc 47,11 mg/kg en esta investigación no se realizaron análisis bromatológicos.

Según Pozzo (2012), realizó una investigación por fitorremediación, obteniendo como datos finales en análisis de suelo *Impatiens balsamina:* en Cadmio 9,12 mg/kg; Níquel 98,90 mg/kg; Plomo 494,35 mg/kg; Hidrocarburos totales 3745,82 mg/kg y Cromo 39.56 mg/kg y *Nephrolepis exaltata*: Cadmio 10,60 mg/kg; Níquel 100,42

mg/kg; Plomo 497,57 mg/kg; Hidrocarburos, en esta investigación no se realizaron análisis bromatológicos. Descontaminando más *Impatiens balsamina* que *Nephrolepis exaltata.*

En la presente investigación el prometido de descontaminación en *Impatiens balsamina* (L) Huth, se obtuvo una disminución de los parámetros tal como se indica a continuación: inicial Cadmio 13,75 mg/kg, final P1 9,72 mg/kg P2 9,70 mg/kg; Níquel inicial159,99 mg/kg, final P1 99,90 mg/kg P2 99,91 mg/kg; Plomo 624,58 mg/kg, final P1 478,46 mg/kg P2 478,44 mg/kg; Hidrocarburos totales inicial 9.897,57 mg/kg, final P1 4.000,01 mg/kg P2 3.999,98 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos inicial 9,54 mg/kg, final P1 5,02 mg/kg P2 5,01 mg/kg y en pH inicial 3,94 y final P1 7,03 y P2 7,01. Con datos bromatológicos hechos en las plántulas *Impatiens balsamina* (L) Huth: Cadmio P1 4,01 mg/kg, P2 3,98 mg/kg; Níquel P1 59,62 mg/kg, P2 59,61 mg/kg; Plomo P1 145,95 mg/kg, P2 145,98 mg/kg; Hidrocarburos totales P1 5,896.45 mg/kg, P2 5.896,46 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos P1 4,48 mg/kg, P2 4,47 mg/kg y pH P1 y P2 6,95.

Con *Nephrolepis exaltata* (L) Schott, se obtuvo una disminución de los parámetros tal como se indica a continuación: inicial Cadmio 13,75 mg/kg, final P1 9,95 mg/kg P2 9,98 mg/kg; Níquel inicial159,99 mg/kg, final P1 105,94 mg/kg P2 105,96 mg/kg; Plomo 624,58 mg/kg, final P1 501,96 mg/kg P2 501,99 mg/kg; Hidrocarburos totales inicial 9.897,57 mg/kg, final P1 5.045,02 mg/kg P2 5.045,11 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos inicial 9,54 mg/kg, final P1 5,02 mg/kg P2 5,01 mg/kg y en pH inicial 3,94 y final P1 5,62 y P2 5,63. Y análisis bromatológicos de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott se identifica las siguientes concentraciones: Cadmio P1 3,56 mg/kg, P2 3,60 mg/kg; Níquel P1 42,31 mg/kg, P2 42,31 mg/kg; Plomo P1 129,96 mg/kg, P2 129,90 mg/kg; Hidrocarburos totales P1 4,012.36 mg/kg, P2 4.012,30 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos P1 3,62 mg/kg, P2 3,61 mg/kg y pH P1 y P2 6,72.

En las tres investigaciones la diferencia de reducción de contamínate en el suelo son relativamente igual, esto nos demuestra que *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott que los dos tratamientos si funciona, pero Gutiérrez y

Pozzo no realizan exámenes bromatológicos y no se determina el grado de acumulación aunque en esta investigación si se realizaron y se determinó que hace que *Impatiens balsamina* (L) Huth *acumula* más que *Nephrolepis exaltata* (L) Schott. Aunque en las otras investigación se utilizó *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* y aquí *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

En esta investigación también se hizo el análisis de varianza de las muestras complejas de suelo y análisis bromatológicos para ambas especies resultando que no existe un grado significativo entre *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott, aceptando la hipótesis nula. Pero en las dos investigaciones anteriores no se realizó un análisis de varianza pero se determinó su eficiencia y eficiencia por medio de análisis de suelos (grado de descontaminación, reducción del contaminante).

h. CONCLUSIONES

- Los talleres automotrices en el Cantón Francisco de Orellana son 12, de los cuales tres están dentro de las características (Ubicación dentro de la cuidad, Reparación de embragues, Reparación de cajas de cambio, Reparación de trasmisiones, Reparación de motores a gasolina y diésel, reparación de frenos, Cambios de aceites y Suelos impermeables) que se establecieron para realizar fitorremediación que son: la Mecánica TROYA, el Taller Automotriz MACK y la Mecánica GUANOLUISA.

- Los análisis físicos - químicos aplicados al suelo permitió identificar que las descargas poseen concentraciones de contaminación fuera de los límites permisibles como lo estable en la Tabla 6 del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador (RAOHE) para uso industrial, el valor más significativo esta Hidrocarburos totales lo que plantea un serio riesgo para la biota del suelo y ecosistema en general.

- El diseño de los bioensayos de suelo contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo esta plantado para 0,60 m^3 de suelo saturado con hidrocarburos derivados del petróleo para cuatro meses. La selección de la tecnología de tratamiento de suelo ha sido escogido en función de los parámetros ambientales, características propias de la zona, características del suelo resultando con un diseño de bioensayos de remediación con la utilización de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott.

- La remediación mediante el empleo de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott, son eficientes para descontaminar suelos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo con *Impatiens balsamina* (L) Huth 89,97% y *Nephrolepis exaltata* (L) Schott 75,61%, reduciendo significativamente los índices de contaminación.

- El proceso de remediación realizado con *Impatiens balsamina* (L) Huth se obtuvo una disminución de los parámetros, tal: inicial Cadmio 13,75 mg/kg, tolerancia 11,02 mg/kg, final P1 9,72 mg/kg P2 9,70 mg/kg; Níquel inicial 159,99 mg/kg, tolerancia 138,72 mg/kg, final P1 99,90 mg/kg P2 99,91 mg/kg; Plomo inicial 624,58 mg/kg, tolerancia 546,10 mg/kg, final P1 478,46 mg/kg P2 478,44 mg/kg; Hidrocarburos totales inicial 9.897,57 mg/kg, tolerancia 7.942,03 mg/kg, final P1 4.000,01 mg/kg P2 3.999,98 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos inicial 9,54 mg/kg, tolerancia 6,99 mg/kg, final P1 5,02 mg/kg P2 5,01 mg/kg y en pH inicial 3,94, tolerancia 5,91 y final P1 7,03 y P2 7,01. Los análisis bromatológicos de *Impatiens balsamina* (L) Huth se identifica las siguientes concentraciones: Cadmio P1 4,01 mg/kg, P2 3,98 mg/kg; Níquel P1 59,62 mg/kg, P2 59,61 mg/kg; Plomo P1 145,95 mg/kg, P2 145,98 mg/kg; Hidrocarburos totales P1 5,896.45 mg/kg, P2 5.896,46 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos P1 4,48 mg/kg, P2 4,47 mg/kg y pH P1 y P2 6,95.

- En el proceso de remediación realizado con *Nephrolepis exaltata* (L) Schott, se obtuvo los siguientes datos: inicial Cadmio 13,75 mg/kg, tolerancia 11,60mg/kg, final P1 9,95 mg/kg P2 9,98 mg/kg; Níquel inicial 159,99 mg/kg, tolerancia 149,39 mg/kg, final P1 105,94 mg/kg P2 105,96 mg/kg; Plomo inicial 624,58 mg/kg, tolerancia 594,47 mg/kg, final P1 501,96 mg/kg P2 501,99 mg/kg; Hidrocarburos totales inicial 9.897,57 mg/kg, tolerancia 8.747,11 mg/kg, final P1 5.045,02 mg/kg P2 5.045,11 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos inicial 9,54 mg/kg, tolerancia 7,99 mg/kg, final P1 5,02 mg/kg P2 5,01 mg/kg y en pH inicial 3,94, tolerancia 4,55 y final P1 5,62 y P2 5,63. Los análisis bromatológicos de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott se identifica las siguientes concentraciones: Cadmio P1 3,56 mg/kg, P2 3,60 mg/kg; Níquel P1 42,31 mg/kg, P2 42,31 mg/kg; Plomo P1 129,96 mg/kg, P2 129,90 mg/kg; Hidrocarburos totales P1 4,012.36 mg/kg, P2 4.012,30 mg/kg; Hidrocarburos aromáticos P1 3,62 mg/kg, P2 3,61 mg/kg y pH P1 y P2 6,72.

i. RECOMENDACIONES

- Realizar el análisis de suelo en un solo taller automotriz para aplicar la fitorremediación con *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth en el mismo lugar (in situ).

- Capacitar a la comunidad sobre la importancia de conservar el suelo y los problemas que se presentan cuando se vierte productos que alteran la biota existente en el suelo.

- Realizar los bioensayos controlando las condiciones ambientales (precipitación, luz solar, temperatura) con *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth para determinar su eficiencia.

- Buscar una alternativa ambientalmente amigable para el manejo de estas especies vegetales una vez terminado su ciclo de vida a través de gestores ambientales para su correcta forma de eliminación o la incineración de las plántulas porque estas plantas contienen altas concentraciones de contaminantes que son perjudiciales para el ecosistema.

- Que se utilice como línea base a futuras investigaciones de fitorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo.

- Que con el tiempo se continúe con la investigación de los procesos de Fitorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos derivados del petróleo.

j. BIBLIOGRAFÍA

Alcalde. (2012). *Colirimetric assays for biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons byfungal laceases.* San Diego: Academic Press, Inc. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14599353.

Barnett. (2010). *Balsaminaceae.* Gran Bretania: Missouri Bot. Gard. http://www.sekj.org/PDF/anb50-free/anb50-165.pdf

Bermello. (2011). *Descontaminacion de suelos.* Madrid - España: Visión libros. P. 18. http://www3.uah.es/josemrey/Docencia/Materia1Master/Caso_suelos_contaminados.pdf

Bonilla. (2013). *Estudio para tratamientos de biorremediacion de suelos contaminados con Plomo utilizacion el metodo de fitorremediacion.* Quito: Universidad Politecnica Salesiana. http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4400/1/UPS-ST000985.pdf

Borggaard. (2015). *The potential of willow for remediation of heavy metal polluted calcareous urban soils.* Estados Unidos: Environmental Pollution. http://course.bnu.edu.cn/course/hjdx/JXZY/dixuewenxian/3.pdf

Celis. (2010). *Contaminacion de aguas subterraneas por hidrocarburos liquidos livianos en fase no acuosa.* (E. L. 215, Ed.) México: LKJEDITION.

Chen. (2010). Remediación de suelos con petróleos. China: Ditorial. http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1989/1/T-UCE-0008-04.pdf

Código Orgánico Integral Penal. (2014). *Registro Oficial 180.* Ecuador. http://www.justicia.gob.ec/wpcontent/uploads/2014/05/c%C3%B3digo_org%C3%A1nico_integral_penal_-_coip_ed._sdn-mjdhc.pdf

Constitución política del Ecuador. (2008). Constitución política del Ecuador. En R. O. 449. Ecuador. https://www.corteconstitucional.gob.ec/images/contenidos/quienessomos/Constitucion_politica.pdf

Cubillos. (2011). *Evaluación de la fitorremediación como alternativa de tratamiento.* Colombia: Lexsus. http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2782/6281683C962.pdf;jsessionid=B32F721518187DF47551B2EAC192726D?sequence=1

Ellisti. (2012). Contaminacion del Suelo. Method. Whashington Estados Unidos. XXL edition. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5422673.pdf

Estación Meteorológica Francisco de Orellana. (2015). *Metereología* . Orellana: Aeropuerto Francisco de Orellana. http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/372.pdf

Fauna Silvestre en Ecuador y Galapagos. (2015). *Fauna Silvestre en Ecuador y Galapagos.* Obtenido de Fauna Silvestre en Ecuador y Galapagos: http://www.galapagos-reise.com/Fauna-Ecuador.html

GADMFO. (2015). *Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana.* Francisco de Orellana.

GADPO. (2015). *Gobierno Autonomo Descentralizado de la Provincia de Orellana.* Francisco de Orellana.

Guendy. (2011). *Pigments and moisture contents in Phragmites autralis.* Autralia: Journal of Hazardoun Materials. http://revistaingenieria.univalle.edu.co:8000/index.php/inycompe/rt/printerFriendly/603/441

Gutierrez. (2012). *Diseño de un sistema de tratamiento para la bioremediacion de suelos contaminados con hidrocarburos.* Mexico: Unation. http://web.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EO/TAO-20.pdf

Haritash. (2010). *Biodegradacion aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs):A review* (Vol. 169). Londrés: Journal of Hazardoun Materials. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19442441

Harvey. (2011). *Phytoremediation of Polyaromatic Hydrocarbons, Anilines and Phenols. Environmental Science and Pollution Research*. Recuperado el 22 de octubre de 2014, de http://www.monografias.com/trabajos-pdf/fitorremediacion/fitorremediacion2.shtml.

Hiroshi. (2011). *Biotecnología Microbiana.* Inglaterra: Tictotial. http://www.ub.edu/estudis/mastersuniversitaris/microbiologia/images/stories/biotecnologia%20microbiana%20industrial%202012.pdf

Hollowell. (2012). *Checklist of the Plants of the Guiana Shield.* Estados Unidos: Natl. Herb. http://botany.si.edu/bdg/pdf/vol55web.pdf

Holm. (2013). *Correlation of cadmium distribution coefficients to soil characteristics,* (Vol. 32). Canada: Journal of Environmental Quality. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12549552

Idárraga. (2011). Flora de Antioquia. Catálogo de las Plantas Vasculares. En C. P. Merello, *Listado de las Plantas Vasculares del Departamento de Antioquia.* (págs. 1-939.). Medellin-Colombia: XXlition. http://course.bnu.edu.cn/course/hjdx/JXZY/dixuewenxian/3.pdf

Imfeld. (2010). *The potencial of willow for remediation of heavy metal polluted calcareous urban soils.* EE.UU.: Evironmental Pollution. http://course.bnu.edu.cn/course/hjdx/JXZY/dixuewenxian/3.pdf

InfoJardin. (2015). Obtenido de http://www.infojardin.com/

Kadlec. (2010). Comparison of free water and horizontal subsurface treatment wetlands. Canada: Ecological engin. http://www.ces.uoguelph.ca/water/NCR/Constructed Wetlands.pdf

Kamath, Rentz, Schnoor y Alvarez. (2010). Phytiremediation of hydrocarboncontaminated soils: principles and applications. Iowa. http://alvarez.blogs.rice.edu/files/2012/02/55.pdf

Kesley. (2010). *Selective chemical extractant to predict bioavailability of soil aged organic chemicals.* Estados Unidos: Environm, Sci. Technol. http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-013-1787-6

Kirkham. (2013). *Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments.* (Vol. 137). Jordania: Geoderma. https://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/20360500/pdf_pubs/P2262.pdf

Kumar, Dushenkow, Motto y Rasakin. (2011). *Phytoextraction: the use of plants to remove heavy metales from soil.* EE.UU: Kiltion. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2266886/

Ley la Prevencion y Control de la Contaminacion Ambiental. (1999). *Registro Oficial 374.* Ecuador. http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/20/12/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf

Ley de Gestion Ambiental. (2004). *Registro Oficial 418.* Ecuador. http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf

Ley organica de Salud. (22 de Diciembre del 2006). *Registro Oficial No 423.* Ecuador. http://www.desarrollosocial.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2015/04/SALUD-LEY_ORGANICA_DE_SALUD.pdf

May. (2011). *Estabilizacion de metales pesados en suelos contaminados utilizando bacterias reductoras.* (U. C. Maria, Ed.) Chile, Valparaiso: Visión Les. http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113010/cfalcaino_gc.pdf?sequence=1

PDOT 2012-2022. *Plan Desarrollo de Ordenamiento Territorial de Orellana.* Orellana-Ecuador.http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostic/2260003800001_Diagn%C3%B3stico_PDOT_Taracoa_2015_FADSE_agosto_13_14-08-2015_17-49-27.pdf

Perez. (2015). *Suelos contaminados por metales y metaloides: Muestreo y alternativas para su remediacion.* Venezuela: Cotitorial. http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B1E761B1E2F24A5C05257D490070F94F/$FILE/SuelosContaminadosPorMetalesYMetaloides.pdf

Phelps. (2010). *Anaerobic biodegradation of BTEX and gasoline in various aquatic sediments.* Estados Unidos: Wystion. http://link.springer.com/article/10.1007/s11157-010-9219-2

Plaza. (2015). *Biorremediación en suelos contaminados con hidrocarburos. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.* (Vol. 5). Argentina: Ontopotions. http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1520/11/UPS-CT002143.pdf

Pothulur. (2010). *Microbial metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons. Biodegradación.* (Vol. 22). Netherlands.: Votitorial. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3450204/

Pozzo. (2012). *Diseño y ejecución de un plan de biotratamiento para residuos (cortes) de perforación de.* Obtenido de Diseño y ejecución de un plan de biotratamiento para residuos (cortes) de perforación de: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/argentina11/biotratres.pdf

Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíficas del Ecuador, RAOHE. (2001). *Decreto Ejecutivo N° 1215, Registro Oficial 265.* Ecuador. http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/RAOHE-DECRETO-EJECUTIVO-1215.pdf

Rivera. (2009). *Tratamiento Físico-Biológico para la recuperación del suelo y el pantano afectados por elderrame de petroleo de la línea de flujo del pozo Shushufindi.* Shushufindi. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/832/1/03%20REC%20139%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf

Rodt. (2010). Treatment wetlands. En T. a. Group (Ed.). Estados Unidos: ISBN. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090123215001265

Sawatsky. (2010). *Importance of soil-water relations in assesing the endpoint of bioremediated soil.* Canada: PlantSoil. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1627/1/236T0045.pdf

Show. (2011). *Petroquimica y sociedad* (Segunda ed.). Mexico: ISBN. http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/petroqui.html

Siebeilec. (2010). *Response of four turfgrass cultivars to limestone and biosolids-Compost amendment of zinc and cadmium contaminated soil at Palmeton, Pennsylvania.* (Vol. 29). Pennsylvania: J. Environ. Qual. http://faculty.washington.edu/slb/docs/slb_biocycle_june02.pdf

Silva. (2013). *Fitoremediacion.* Mexico: Co-compositing versus incorporation. https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-corporation-and-incorporation

Sun. (2010). *Roles of abiotic losses, microbes, plant roots, and root exudates on phytoremediation of PAHs in a barren soil.* (Vol. 176). Estados Unidos: Tyitorial. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20005625

Sverdrup. (2013). *Toxicity of eight polycyclic aromatic compounds to red clover (Trifolium pratense), ryegrass (Lolium perenne), and mustrard (Sinapsis alba)* (Vol. 53). Chomosphere. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14505722

Texto Unificado de Legislicon Medio Ambiental Secundaria, TULMAS. (2003). *Decreto Ejecutivo 3609. Registro Oficial Edicion 1.* Quito - Ecuador.

http://www.agua.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/07/TEXTO_UNIFICADO_LEGISLACION_SECUNDARIA_i.pdf

Valencia. (2013). *Estudio para tratamientos de biorremediación de suelos contaminados con azufre, utilizando el método de fitorremediación.* Obtenido de Tesis Ing. Ambiental: dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4400/1/UPSST000985.pdf)

Williamson. (2010). *Remediation of metal polluted mine soil with compost: Co-composting versus incorporation.* Estados Unidos: Environmental Pollution. http://europepmc.org/abstract/med/18819736

k. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo de la Mecánica Troya

AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-3387

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 26 de noviembre del 2015

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Mecánica Troya*
Coordenadas UTM: 277956 e; 9951234 n. Altitud: 271 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	10,87	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	135,91	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	620,67	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9739,12	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	8,76	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,07	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontroladas acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6; Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 2. Análisis de suelo del Taller Automotriz MACK

AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-3388

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 26 de noviembre del 2015

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Taller Automotriz MACK*
Coordenadas UTM: 278612 e; 9948612 n. Altitud: 271 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	15,78	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	185,34	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	639,96	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9990,16	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	9,87	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	2,87	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontroladas acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6; Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 3. Análisis de suelo de la Mecánica GUANOLUISA

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-3389

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 26 de noviembre del 2015

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Mecánica GUANOLUISA*
Coordenadas UTM: 278612 e; 9951236 n. Altitud: 269 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	16,98	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	189,34	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	640,00	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9940,67	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	10,87	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	2,56	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 4. Análisis de suelo 05/12/2015 – Testigo

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-4564

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de diciembre del 2015

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Testigo*
Coordenadas UTM: 278712.8 e; 9948828.6 n. Altitud: 271 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	13,75	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	159,99	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	624,58	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9897,57	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	9,54	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	3,94	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 5. Análisis de suelo 05/01/2016– Testigo

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6887

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Testigo*
Coordenadas UTM: 278712.8 e; 9948828.6 n. Altitud: 271 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	13,70	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	159,90	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	624,55	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9897,55	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	9,50	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	3,96	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105◦C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 6. Análisis de suelo 05/01/2016– Parcela1 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6888

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	12,63	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	158,46	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	619,46	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9676,16	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	9,01	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,14	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105◦C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 7. Análisis de suelo 05/01/2016– Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACION AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6889

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	12,63	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	158,55	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	619,59	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9676,16	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	9,05	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,16	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 8. Análisis de suelo 05/01/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACION AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6890

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	12,40	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	157,45	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	618,62	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9675,01	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	8,68	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,14	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 9. Análisis de suelo 05/01/2016– Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6891

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	12,41	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	157,44	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	618,63	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9675,00	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	8,66	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,16	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 10. Análisis de suelo 05/02/2016 - Testigo

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8214

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Testigo*
Coordenadas UTM: 278712.8 e; 9948828.6 n. Altitud: 271 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	13,68	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	159,89	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	624,53	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9897,53	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	9,49	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 11. Análisis de suelo 05/02/2016– Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8215

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	11,60	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	149,39	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	594,46	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	8747,11	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	7,99	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,55	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 12. Análisis de suelo 05/02/2016– Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Scott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8216

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	11,60	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	149,40	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	594,47	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	8747,96	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	7,99	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,58	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo13. Análisis de suelo 05/02/2016– Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8217

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Item	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	11,02	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	138,72	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	546,10	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	7942,03	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	6,99	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,91	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo14. Análisis de suelo 05/02/2016– Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8218

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Item	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	11,01	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	138,70	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	546,11	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	7942,01	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	6,97	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,90	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo15. Análisis de suelo 05/03/2016– Testigo

AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1018

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Testigo*
Coordenadas UTM: 278712.8 e; 9948828.6 n. Altitud: 271 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	13,66	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	159,87	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	624,5	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH+	mg/kg	9897,51	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs+	mg/kg	9,44	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,01	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105-C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 16. Análisis de suelo 05/03/2016– Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1019

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	10,60	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	129,99	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	578,06	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	7001,09	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	6,05	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,00	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105-C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 17. Análisis de suelo 05/03/2016– Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1020

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	10,61	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	129,99	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	578,06	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	7001,65	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	6,06	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,01	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 18. Análisis de suelo 05/03/2016– Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1019

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	10,60	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	129,99	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	578,06	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	7001,09	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	6,05	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,00	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 19. Análisis de suelo 05/03/2016– Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1020

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	10,61	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	129,99	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	578,06	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	7001,65	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	6,06	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,01	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 20. Análisis de suelo 05/04/2016 – Testigo

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1220

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de abril del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: *Testigo*
Coordenadas UTM: 278712.8 e; 9948828.6 n. Altitud: 271 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	13,64	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	159,86	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	624,49	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	9897,50	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	9,42	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	4,05	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 21. Análisis de suelo 05/04/2016– Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1223

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación
Fecha: 5 de abril del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Item	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	9,72	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	99,90	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	478,46	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	4000,01	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	5,02	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	7,03	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Melendrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 22. Análisis de suelo 05/04/2016– Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1224

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación
Fecha: 5 de abril del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Item	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	9,7	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	99,91	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	478,44	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	3999,98	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	5,01	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	7,01	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Melendrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 23. Análisis de suelo 05/04/2016– Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1221

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de abril del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	9,95	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	105,94	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	501,96	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	5045,02	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	5,02	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,62	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 24. Análisis de suelo 05/04/2016– Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1222

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de abril del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis de suelo
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	9,98	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	105,96	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	501,99	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	5045,11	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	5,01	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	5,63	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 25. Adquisición de plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

COFORAGRO Cia Ltda.

COFORAGRO *Cía. Ltda.*

COMPAÑIA FORESTAL DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL Y AGROPECUARIA

Orellana, 5 de Diciembre del 2015

Srta.
Silvana Ramírez

De mi consideración:

Reciba un cordial y atento saludo y al mismo tiempo deseos de éxitos en sus labores.

Yo, Ing. Juan Alcivar, GERENTE DE LA COMPAÑÍA FORESTAL, DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL Y AGROPECUARIA COFORAGRO CIA. LTDA de manera formal hago entrega de las plántulas de *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata* fueron adquiridas el 5 de Diciembre del 2015.

ATENTAMENTE

Ing. Juan Alcivar
GERENTE GENERAL

COFORAGRO Cía Ltda. ORELLANA - ECUADOR

DIRECCIÓN: calle Napo y Francisco Mejía
CELULAR: 0980038436 - 0967057969
TELÉFONO: 062-884-303
RUC: 2290326756001
E-MAIL: coforagro@hotmail.com
www.coforagro.com.ec

Anexo 26. Análisis Bromatológico 05/12/2015 –*Impatiens balsamina* (L) Huth.

Aqlab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-4562

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de diciembre del 2015

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Niquel*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	unid	6,90	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental Aqlab Orellana - Ecuador

Anexo 27. Análisis Bromatológico 05/12/2015 –*Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-4561

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de diciembre del 2015

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	0,01	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,97	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 28. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6894

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela1, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	1,24	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	2,41	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	5,79	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	220,96	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	0,76	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 29. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Aqlab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminis, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6895

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Item	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	1,26	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	2,41	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	5,81	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	220,96	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	0,77	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental Aqlab Orellana - Ecuador

Anexo 30. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Aqlab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminis, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6892

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Item	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	1,01	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	1,48	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	4,21	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	201,36	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	0,41	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental Aqlab Orellana - Ecuador

Anexo 31. Análisis Bromatológico 05/01/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Aqlab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-6893

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de enero del 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	1,02	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	1,33	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	4,13	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	201,33	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	0,39	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,96	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental Aqlab Orellana - Ecuador

Anexo 32. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Aqlab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8221

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela1, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	2,65	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	20,13	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	77,98	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	1954,61	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	2,46	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental Aqlab Orellana - Ecuador

Anexo 33. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminio, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8222

Atención: Srta. Silvana Ramirez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	2,66	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	20,15	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	78,01	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	1954,6	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	2,46	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 34. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminio, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8219

Atención: Srta. Silvana Ramirez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	2,02	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	9,65	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	28,96	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	1124,65	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	1,46	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 35. Análisis Bromatológico 05/02/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminio, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Tel.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-8220

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de febrero de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	2,03	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	9,65	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	29,00	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	1124,60	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	1,45	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 36. Análisis Bromatológico 0p5/03/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminio, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Tel.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1023

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	3,65	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	47,23	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	125,02	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	4103,12	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	3,84	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 37. Análisis Bromatológico 05/03/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminis, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1024

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	3,66	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	47,23	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	125,01	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	4103,11	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	3,83	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 38. Análisis Bromatológico 05/03/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminis, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1025

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	3,00	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	18,96	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	55,10	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	2000,41	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	2,51	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,75	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 39. Análisis Bromatológico 05/03/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminin, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

OFERTA 16-1026

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de marzo de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	3,01	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	19,00	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	55,13	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	2000,44	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	2,54	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,71	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Natuales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 40. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 1 *Impatiens balsamina* (L) Huth

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminin, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

OFERTA 16-1227

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de abril de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	4,01	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	59,62	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	145,95	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	5896,45	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	4,48	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Natuales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 41. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 2 *Impatiens balsamina* (L) Huth

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminin, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1228

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de abril de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Impatiens balsamina* (L) Huth
Coordenadas UTM: 278712.0 e; 9948828.3 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	3,98	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	59,61	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	145,98	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	5896,46	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	4,47	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,95	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 42. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 1 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminin, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1225

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de abril de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 1, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Ítem	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	3,56	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	42,31	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	129,96	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	4012,36	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	3,62	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,72	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001;
Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc.).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 43. Análisis Bromatológico 05/04/2016 – Parcela 2 *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

AqLab
Laboratorios de Análisis y Evaluación Ambiental

LABORATORIOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AMBIENTAL
Calle Juan Huncite entre las calles Antonio Cabrera y
Fray Gregorio de Aluminia, Barrio Con Hogar tras las oficinas de Mazda
Telf.: (593) 6 2881 715 Cel. 0991666858
www.aqlabec.com - laboratorio@aqlabec.com

OFERTA 16-1226

Atención: Srta. Silvana Ramírez
Departamento: Investigación

Fecha: 5 de abril de 2016

1.- Datos generales:

Parámetros: Análisis Bromatológicos
Identificación de la muestra: Parcela 2, *Nephrolepis exaltata* (L) Schott
Coordenadas UTM: 278712.5 e; 9948828.7 n. Altitud: 270 m

2.- Resultados, Parámetros y métodos / referencias:

Item	Análisis solicitado	Unidades mg/kg	s 10	ITE-AQLAB	Método / Norma Referencia	Incertidumbre (K=2)
1	Cadmio*	mg/kg	3,60	ITE-AQLAB-54	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 23%
2	Níquel*	mg/kg	42,31	ITE-AQLAB-51	EPA 3650 B, SM 3030 B, 3111 B	± 24%
3	Plomo *	mg/kg	129,90	ITE-AQLAB-57	EPA 3650 B,SM 3030 B, 3111 B	± 7%
4	Hidrocarburos totales TPH*	mg/kg	4012,30	ITE-AQLAB-58	EPA 4181, ASTM D 3976-92	± 11%
5	Hidrocarburos aromáticos HAPs*	mg/kg	3,61	ITE-AQLAB-59	EPA 8310, 3510 C, 3630 C	± 24%
6	pH**	und	6,72	ITE-AQLAB-52	EPA 9045 C	

*Parámetro no acreditados
** Parámetro subcontrolados acreditados
*** Parámetro subcontrolados no acreditados

Fuente: Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215, febrero del 2001.

Tabla # 6: Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.

1). Expresado en base de sustancia seca (gravimétrico; 105°C, 24 horas).
2). Valores límites permisibles enfocados en la protección de suelos y cultivos.
3). Valores límites permisibles para sitios de uso industrial (construcción, etc).
4). Valores límites permisibles para la protección de ecosistemas sensibles tales como Patrimonio Nacional de Áreas Naturales y otros identificados en el correspondiente Estudio Ambiental.

3.- Responsables del Informe:

RESPONSABLE:

Ing. Armando Meléndrez
DIRECTOR TÉCNICO

Laboratorio de Análisis y Evaluación Ambiental AqLab Orellana - Ecuador

Anexo 44. Certificado del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Francisco de Orellana

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA

Puerto Francisco de Orellana (Coca) - Provincia de Orellana - Ecuador

Francisco de Orellana, 04 de Mayo del 2016

CERTIFICO

Que la señorita **SILVANA KATTERINE RAMÍREZ PERALTA,** con número de Cedula de Identidad: **220003168-6,** estudiante de la Universidad Nacional de Loja de la Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, realizó trabajos de investigación para su Trabajo de Titulación denominado **"IMPLEMENTACÓN DE DOS BIOENSAYOS DE REMEDIACIÓN DE SUELO CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS DERIVADOS DEL PETRÓLEO CON LA UTILIZACIÓN DE: *Impatiens balsamina & Nephrolepis exaltata,* EN EL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA";** recibiendo datos de la catastro de los Talleres Automotriz (Usos de suelos) y PDOT (2012-2022) del Cantón.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Para fines pertinentes.

ATENTAMENTE

Gulber Quiñonez Bedoya, Ing.
DIRECTOR(E) DE LA DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO Y GESTIÓN AMBIENTAL DEL GADMFO

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL FRANCISCO DE ORELLANA Dirección de Gestión Ambiental y Saneamiento Ambiental

Calle Napo 11-05 y Uquillas
Telf.: (06) 2999 - 060 / Fax: ext 2991 / 2995
municipio@orellana.gob.ec / www.orellana.gob.ec
Francisco de Orellana

Avanzamos Junt@s

Anexo 45. Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador RAOHE, Tabla 6.

Parámetro	Expresado en	Unidad[1)]	Uso agrícola[2)]	Uso industrial[3)]	Ecosistemas sensibles[4)]
Hidrocarburos totales	TPH	mg/kg	<2500	<4000	<1000
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/kg	<2	<5	<1
Cadmio	Cd	mg/kg	<2	<10	<1
Níquel	Ni	mg/kg	<50	100	<40
Plomo	Pb	mg/kg	<100	<500	<80

Fuente: Tabla 6- RAOHE, Decreto Ejecutivo N°1215, Registro Oficial 265 del 13-02-2001

Anexo 46. Cadena de custodia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
CADENA DE CUTODIA

Muestreador:
Nombre del proyecto:
Fecha del muestreo
N° del proyecto

Tipo de análisis requerido

Identificación de la muestra	Código de la muestra de laboratorio	Fecha de muestreo	N° Envase			
			Plástico	Vidrio	Persevante	Refrigerant

Entregado por: _____ Representante de: _____
Firma: _____ Día/Hora: _____
Entregado por: _____ Representante de: _____
Firma Laboratorio:

Anexo 47. Formato de identificación de las muestras.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA MUESTRA DE SUELO	
FECHA DE RECOLECCIÓN	
HORA DE LA RECOLECCION	
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
RESPONSABLE	

Anexo 48. Fotografías

Foto 21.

Contaminación del suelo con hidrocarburos derivados del petróleo

Foto 22.

Toma de muestra de suelo contaminado con hidrocarburos derivados de petróleo

Foto 23.

Suelo con hidrocarburos derivados del petróleo

Foto 24.

Homogenización de suelos contaminados

Foto 25.

Costales con suelo contaminado

Foto 26.

Vivero de la Compañía Forestal, de Remediación Ambiental y Agropecuaria COFORAGRO CIA. LTDA.

Foto 27.

Impermeabilización de celdas

Foto 28.

Parcelas preparadas para la plantación de bioensayos.

Foto 29.

Muestras a enviar

Foto 30.

Bioensayos

Foto 31.

Plántulas de *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth

Foto 32.

Bioensayos con dos repeticiones, dos tratamientos y testigo

Foto 33.

Bioensayos

Foto 34.

Medición de plántulas de *Impatiens balsamina* (L) Huth & *Nephrolepis exaltata* (L) Schott

Foto 35.

Plantas de *Impatiens balsamina* (L) Huth

Foto 36.

Bioensayos *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth

Foto 37.

Bioensayos *Nephrolepis exaltata* (L) Schott & *Impatiens balsamina* (L) Huth