



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO
DE RIESGOS NATURALES**

**PARCELAS DE OMISIÓN DE MACRONUTRIENTES PARA
EVALUAR LA BIODISPONIBILIDAD DE Cd EN SUELOS
TROPICALES DEL ECUADOR**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES**

JUAN XAVIER VALAREZO MALDONADO

DIRECTOR: MANUEL DANILO CARRILLO ZENTENO, PhD.

Santo Domingo de los Tsáchilas, octubre 2018

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO **PROYECTO DE TITULACIÓN**

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1715667661
APELLIDO Y NOMBRES:	Valarezo Maldonado Juan Xavier
DIRECCIÓN:	Vía Quito y calle Madrid
EMAIL:	juan9xavier1995@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	022742311
TELÉFONO MÓVIL:	0992402766

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Parcelas de omisión de macronutrientes para evaluar la biodisponibilidad de Cd en suelos tropicales del Ecuador.
AUTOR O AUTORES:	Juan Xavier Valarezo Maldonado
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	11 de octubre de 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Manuel Danilo Carrillo Zenteno, Ph.D.
PROGRAMA	Pregrado <input checked="" type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Ambiental y Manejo de riesgos naturales
RESUMEN:	<p>El cadmio (Cd) está presente en gran parte de los suelos del Ecuador, pudiendo ser resultado de diversas actividades antrópicas como la agricultura, minería, transporte, etc., puede causar problemas en la comercialización de los productos agrícolas a nivel nacional e internacional y también en la salud de los consumidores, al ser absorbido por las plantas e ingresando en la cadena trófica. Buscando entender el proceso de absorción de este metal por las plantas, se desarrolló esta investigación a nivel de invernadero y laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) de la</p>

	<p>Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias (INIAP), con el objetivo de evaluar los efectos de la omisión de macronutrientes en el plan de fertilización, sobre la absorción de Cd por plantas de arroz, en seis suelos tropicales del Ecuador. Se evaluaron un tratamiento testigo 1 (sin fertilización y sin Cd), testigo 2 sin fertilización y con Cd) Fertilización completa (NPKSMgCa) y seis de omisión de un nutriente a la vez. Se utilizó el Diseño de bloques completos al azar, con parcelas divididas y tres repeticiones. Los resultados fueron comparados empleando la prueba de Tukey 0.05. Se encontró que la fertilización completa estimula la absorción de Cd en los suelos de las seis provincias; además, las omisiones de los nutrientes afectaron indistintamente la absorción del Cd, variando según las características del suelo.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Macronutrientes, absorción, biodisponibilidad, metales</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>Cadmium (Cd) is present in most of the soils of Ecuador, being able to be the result of various human activities such as agriculture, mining, transport, etc., can cause problems in the commercialization of agricultural products at national and international level, also in the health of consumers, being absorbed by the plants and entering the trophic chain. Looking to understand the process of absorption of this metal by plants, This research was developed at the Greenhouse</p>

	<p>and laboratory level of the Department of Soil and Water Management (DMSA) of the Tropical Experimental Station Pichilingue (EETP) of the National Institute Agricultural Research (INIAP), with the aim of evaluating the effects of the omission of macronutrients in the fertilization plan, on the absorption of Cd by rice plants, in six tropical soils of Ecuador. We assessed a control treatment 1 (without fertilization and without Cd), control 2 without fertilization and with Cd) complete fertilization (NPKSMgCa) and six of omission of one nutrient at a time. The design of randomized complete blocks was used, with divided plots and three repetitions. The results were compared using the Tukey 0.05 Test. It was found that complete fertilization stimulates the absorption of Cd in the soils of the six provinces; In addition, the omissions of the nutrients affected indistinctly the absorption of the Cd, varying according to the characteristics of the Soil.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Macronutrients, absorption, bioavailability, metals</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

VALAREZO MALDONADO JUAN XAVIER
 CI: 1715667661

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2. MARCO REFERENCIAL	5
3. METODOLOGÍA	8
3.1. SITIO DEL ESTUDIO.....	8
3.2. FACTORES EN ESTUDIO.....	9
3.3. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS	10
3.4. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	10
3.4.1. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA.....	10
3.4.2. CONCENTRACIÓN DE Cd EN TEJIDOS.....	11
3.4.3. CONTENIDO DE Cd.....	11
3.5. FACTOR DE TRANSLOCACIÓN	11
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	12
4. ANÁLISIS RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1. BIODISPONIBILIDAD DE CADMIO.....	13
4.1.1. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA.....	13
4.1.1.1. Materia seca parte aérea (MSA).....	13
4.1.1.2. Materia seca radical (MSR)	14
4.1.2. CONCENTRACIÓN DE Cd EN EL TEJIDOS DEL ARROZ	15
4.1.2.1. Concentración de Cd en la parte aérea	15
4.1.2.2. Concentración de Cd en la raíz.....	16
4.1.3. CONTENIDO DE Cd EN TEJIDO DE ARROZ.....	18
4.1.3.1. Contenido de Cd parte aérea.....	18
4.1.3.2. Contenido de Cd raíz	20
4.1.3.3. Contenido total de Cd	21
4.2. FACTOR DE TRANSLOCACIÓN	22
4.3. CORRELACIONES.....	23
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
5.1. CONCLUSIONES.....	24
5.2. RECOMENDACIONES.....	25
REFERENCIAS	26

ÍNDICE DE TABLAS

1	Análisis físico de los suelos Los Ríos y Sucumbíos.....	9
2	Análisis químico de los suelos Los Ríos y Sucumbíos.....	9
3	Tratamientos evaluados en las parcelas de omisión de macronutrientes para evaluar la biodisponibilidad de Cd en suelos tropicales del Ecuador. EETP. 2018.....	9
4	Correlación de Pearson entre variables en suelos tropicales de 6 provincias del Ecuador, sometidos a diferentes programas de fertilización. Pichilingue, 2018.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Mapa del Ecuador, representando las seis provincias donde se muestrearon los suelos utilizados en la presente investigación.....	8
2	Variación de peso de materia seca aérea (g vaso ⁻¹) de la parte aérea de plantas de arroz cultivadas en suelos de seis provincias del Ecuador, contaminados con Cd, sometidas a omisiones de macronutrientes. EETP. 2018.....	14
3	Variación de peso de materia seca radical (g vaso ⁻¹) de plantas de arroz cultivadas en suelos de seis provincias del Ecuador contaminados con Cd y sometidos a diferentes omisiones de macronutrientes.....	15
4	Variación de la concentración de Cd en la parte aérea de plantas de arroz cultivadas en suelos contaminados con Cd en seis provincias del Ecuador y sometidas a omisiones de macronutrientes.....	16
5	Variación de la concentración de Cd en la parte radical de plántulas de arroz cultivadas en suelos contaminados con Cd de seis provincias del Ecuador sometidas a diferentes omisiones de macronutrientes.....	18
6	Variación en el contenido de Cd en la parte aérea de plantas de arroz cultivadas en suelos contaminados con Cd de seis provincias del Ecuador sometidas a diferentes omisiones de macronutrientes.....	19
7	Variación en el contenido de Cd en la parte radical de plantas de arroz cultivadas en suelos contaminados con Cd de seis provincias del Ecuador sometidas a diferentes omisiones de macronutrientes.....	20
8	Variación en el contenido total de Cd en plantas de arroz cultivadas en suelos contaminados con Cd de seis provincias del Ecuador, sometidas a diferentes omisiones de macronutrientes.....	22
9	Variación en el índice de translocación de Cd en plantas de arroz cultivadas en suelos contaminados con Cd de seis provincias del Ecuador, sometidas a diferentes omisiones de macronutrientes.....	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ADEVA	30
FOTOGRAFÍAS	30

RESUMEN

El cadmio (Cd) está presente en gran parte de los suelos del Ecuador, pudiendo ser resultado de diversas actividades antrópicas como la agricultura, minería, transporte, etc., puede causar problemas en la comercialización de los productos agrícolas a nivel nacional e internacional y también en la salud de los consumidores, al ser absorbido por las plantas e ingresando en la cadena trófica. Buscando entender el proceso de absorción de este metal por las plantas, se desarrolló esta investigación a nivel de invernadero y laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias (INIAP), con el objetivo de evaluar los efectos de la omisión de macronutrientes en el plan de fertilización, sobre la absorción de Cd por plantas de arroz, en seis suelos tropicales del Ecuador. Se evaluaron un tratamiento testigo 1 (sin fertilización y sin Cd), testigo 2 sin fertilización y con Cd) Fertilización completa (NPKSMgCa) y seis de omisión de un nutriente a la vez. Se utilizó el Diseño de bloques completos al azar, con parcelas divididas y tres repeticiones. Los resultados fueron comparados empleando la prueba de Tukey 0.05. Se encontró que la fertilización completa estimula la absorción de Cd en los suelos de las seis provincias; además, las omisiones de los nutrientes afectaron indistintamente la absorción del Cd, variando según las características del suelo.

ABSTRACT

Cadmium (Cd) is present in most of the soils of Ecuador, being able to be the result of various human activities such as agriculture, mining, transport, etc., can cause problems in the commercialization of agricultural products at national and international level, also in the health of consumers, being absorbed by the plants and entering the trophic chain. Looking to understand the process of absorption of this metal by plants, this research was developed at the Greenhouse and laboratory level of the Department of Soil and Water Management (DMSA) of the Tropical Experimental Station Pichilingue (EETP) of the National Institute Agricultural Research (INIAP), with the aim of evaluating the effects of the omission of macronutrients in the fertilization plan, on the absorption of Cd by rice plants, in six tropical soils of Ecuador. We assessed a control treatment 1 (without fertilization and without Cd), control 2 without fertilization and with Cd) complete fertilization (NPKSMgCa) and six of omission of one nutrient at a time. The design of randomized complete blocks was used, with divided plots and three repetitions. The results were compared using the Tukey 0.05 Test. It was found that complete fertilization stimulates the absorption of Cd in the soils of the six provinces; In addition, the omissions of the nutrients affected indistinctly the absorption of the Cd, varying according to the characteristics of the Soil.