

# LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE RIEGO DE REPELÓN, ATLÁNTICO.

MARTÍNEZ-MERA, E. A.  
TORREGROZA-ESPINOSA, A. C.  
CASTAÑEDA-VALBUENA, D.  
CRISSIEN-BORRERO, T. J.  
TORRES-BEJARANO, F. M.

Libro digital



UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA  
1970  
VIGILADA MINECUCACIÓN

Barranquilla, 2017

Los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón, Atlántico / Franklin Manuel Torres Bejarano. ---- Barranquilla: Corporación Universidad de la Costa, 2021

ISBN: 978-958-5172-32-6 (digital)  
ISBN: 978-958-8921-64-8 (impreso)

Conservación de recursos naturales  
Conservación de suelos  
Agricultura

631.4 S944



Esta obra es propiedad intelectual de sus autores y los derechos de publicación han sido legalmente transferidos al editor. Queda prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del *copyright*®.



**EDUCOSTA**  
EDITORIAL UNIVERSITARIA DE LA COSTA



**UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA**  
1970  
VIGILADA MINEDUCACIÓN

## Los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón, Atlántico

**Autores:**

Franklin Manuel Torres Bejarano

Tito José Crissien Borrero

Daniel Castañeda Valbuena

Ana Carolina Torregroza Espinosa

Eliana Andrea Martínez Mera

ISBN: 978-958-5172-32-6 (digital)

ISBN: 978-958-8921-64-8 (impreso)

Primera edición, 2021 (digital)

Corporación Universidad de la Costa, CUC  
Barranquilla - Colombia

Editorial Universitaria de la Costa S.A.S.  
Calle 58 No. 55-66  
Teléfono: (575) 344 4623  
educosta@cuc.edu.co

Lauren J. Castro Bolaño  
Directora (2021)

Hecho el depósito que exige la ley



©Todos los derechos reservados, 2021

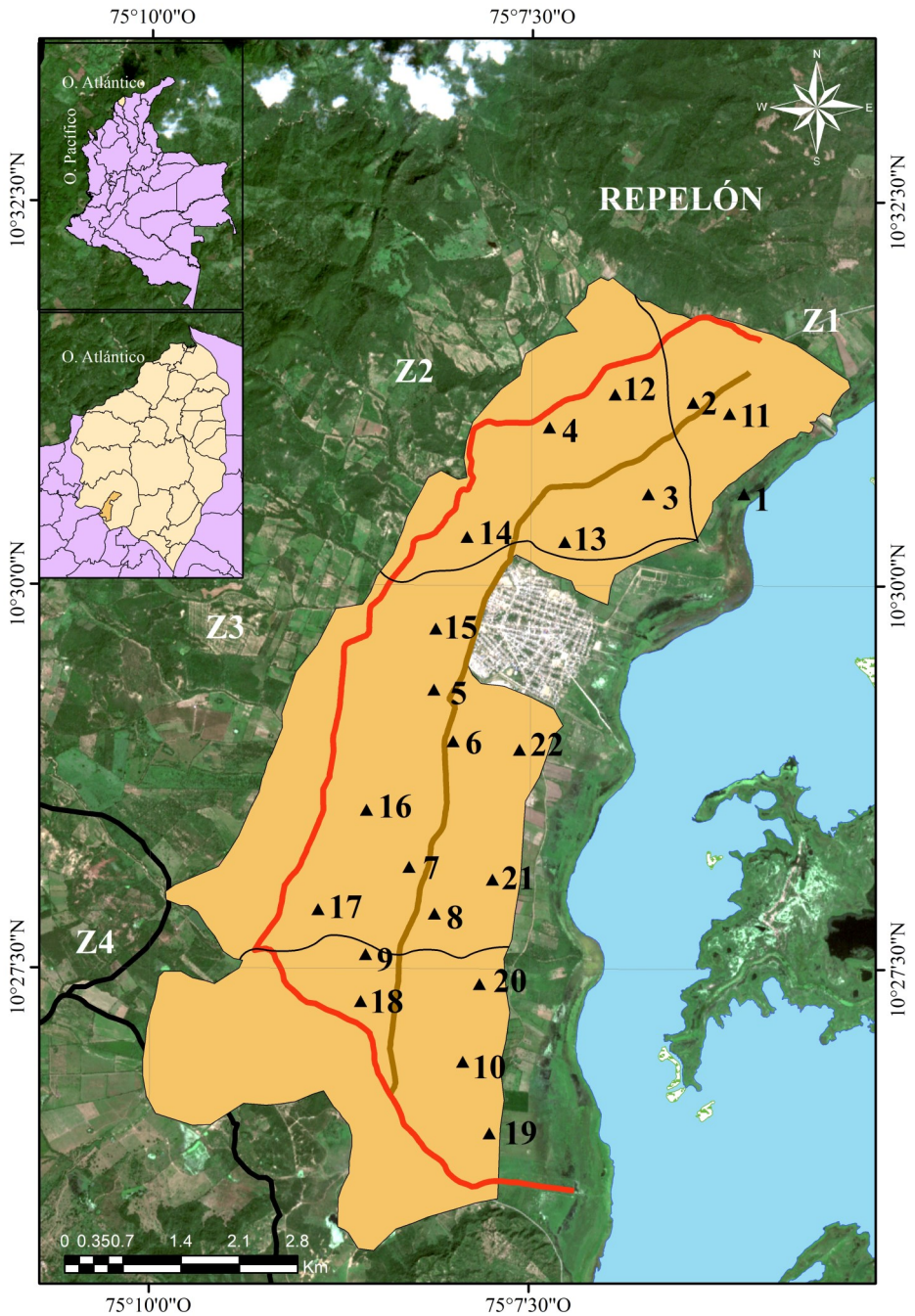
## CONTENIDO

Presentación .....	5
Caracterización fisicoquímica de los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón .....	7
Evaluación de la contaminación de los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón.....	12
Implementación de buenas prácticas agrícolas en el Distrito de Riego de Repelón.....	17
Conclusiones y recomendaciones .....	20
Referencias.....	20



## PRESENTACIÓN

**L**a cartilla presenta resultados de investigación del proyecto titulado: *Efecto del cambio climático sobre el transporte de plaguicidas en el Distrito de Riego de Repelón, Atlántico (INV. 1106-01-001-11)* desarrollado por la Universidad de la Costa (Barranquilla) y Universidad de Córdoba (Montería).



**Figura 1. Localización geográfica del Distrito de Riego de Repelón y puntos de muestreo.**

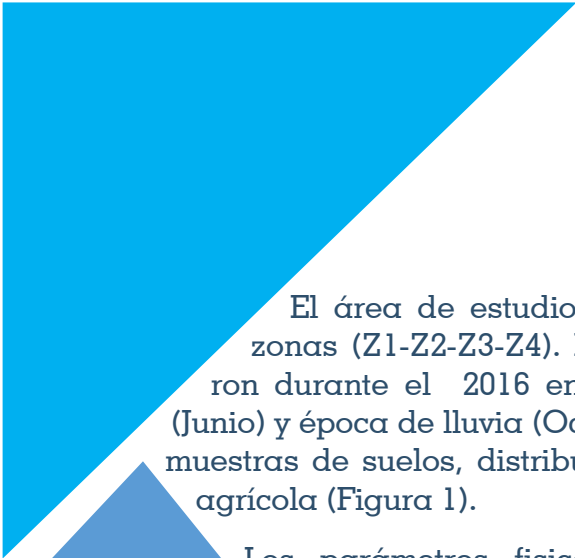
En el Distrito de Riego de Repelón la temperatura promedio anual es 28.2°C. Las variaciones en la precipitación se caracterizan por la época seca con 39mm (Enero-Julio) y la época de lluvia con 117.2mm (Agosto-Diciembre) (Climate, 2017).

## CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE RIEGO DE REPELÓN.

El Distrito de Riego de Repelón se ubica al occidente del embalse El Guájaro abarcando una superficie de 42000 hectáreas, de las cuales 3.750 son aprovechables. Por medio del canal de aducción (1 km de longitud) toma las aguas del embalse y llega a la estación principal de bombas. A partir de la estación de bombeo eleva el agua a dos dársenas de donde se derivan los canales de distribución superior e inferior que facilitan el riego por gravedad y aspersion en los suelos (Carrillo-Sarmiento, 2012). En la zona de estudio (Figura 1) se encontraron diferentes actividades agrícolas (Tabla 1).

Tabla 1. Uso actual del suelo de las zonas estudiadas en el Distrito de Riego de Repelón (Garrido y Licon, 2017).

Época de Muestreo	Zona de Estudio	Punto	Uso Actual del Suelo
Sequía	Z1	1	Vivero, árboles de neem ( <i>A. indica</i> ) y cobertura vegetal
		2	Zona en descanso con cobertura vegetal
	Z2	3	Zona en descanso con cobertura vegetal
		4	Zona en descanso con cobertura vegetal
	Z3	5	Cultivo de plátano, yuca y frijol con cobertura vegetal
		6	Cultivo de maíz
		7	Cultivos de yuca y plátano con cobertura vegetal
	Z4	8	Área en preparación para cultivos
		9	Cultivos de plátano con cobertura vegetal
		10	Árboles de guayaba dispersos
Lluvia	Z1	11	Cultivo de arroz
	Z2	12	Cultivo de plátano
		13	Zona en descanso con cobertura vegetal
	Z3	14	Zona en descanso con cobertura vegetal
		15	Cultivo de arroz
		16	Cultivo de maíz
		17	Zona en descanso
		18	Potrero
	Z4	19	Zona en descanso
		20	Cultivo de arroz
		21	Cultivo de maíz, patilla y ahuyama
		22	Potrero



El área de estudio se dividió en cuatro zonas (Z1-Z2-Z3-Z4). Los suelos se evaluaron durante el 2016 en la época de sequía (Junio) y época de lluvia (Octubre). Se tomaron 22 muestras de suelos, distribuidos en toda el área agrícola (Figura 1).



Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron:

- **pH:** determina el grado de acidez, neutralidad o alcalinidad del suelo (Ibáñez, 2007).
- **Humedad (H):** contenido de agua en el suelo, ayuda a solubilizar algunos nutrientes (Miralles-Mellado, 2006).
- **Materia orgánica (MO):** constituye el indicador más importante de calidad y productividad del suelo. La MO está compuesta por residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición (Miralles-Mellado, 2006).
- **Nitrógeno (N):** elemento fundamental para el crecimiento vegetal debido a que indica la capacidad nutritiva del suelo (Rincón-Suárez, 2010).
- **Conductividad eléctrica (CE):** determina la cantidad de sales en el suelo (Otero et al., 2007).
- **Textura:** establece las cantidades relativas de las partículas (arena, limo y arcilla) del suelo (Jaramillo, 2002).



*Dársena Inferior*



De acuerdo con los resultados de los análisis fisicoquímicos de los suelos del Distrito de Riego de Repelón, se puede establecer que (Tabla 2):

**Tabla 2. Características fisicoquímicas de los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón (Garrido y Liconá, 2017).**

Zona	pH		% H		%MO		%N		CE(dS/m)	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Z1	7.03	7.54	4.1	25	4.55	2.88	0.11	0.11	0.72	2.29
Z2	7.1	7.1	4.7	18	5.7	3.1	0.2	0.1	0.2	2.0
Z3	7.1	7.0	3.3	21	6.2	4.6	0.2	0.1	0.4	0.2
Z4	6.4	6.8	4	27	4.4	4.7	0.2	0.2	0.3	0.2

**Nota:** FArL: Franco Arcillo-Limoso, FAr: Franco-Arcilloso, ArL: Arcillo-Limoso y Ar: Arcilloso.

El **pH** del suelo se encuentra entre ligeramente ácido (6.43) a medianamente básico (7.54). Los cultivos se desarrollan bien en rangos de pH entre 6.0 a 7.0. Incluso con un pH natural de 8.0 pueden obtenerse buenos rendimientos agrícolas, ya que en estos rangos se encuentran disponibles la mayor parte de las sustancias nutritivas para las plantas (Ibañez, 2007).


Las variaciones en el **%H** del suelo están marcadas por las diferencias en las precipitaciones durante la época de sequía y lluvia.

El **%MO** entre 2-4 son valores medios y >4 son altos (IGAC, 2007). Los %MO fueron mayores en la época de sequía.

El **%N** fue mayor en la época de sequía.

La **CE** <1 indica que los suelos se encuentran libres de sales. Por lo tanto, no hay restricciones para ningún tipo de cultivo (Castellanos, 2016). Las zonas con CE>1 son suelos con bajo contenido de sales, como la CE<4 son suelos sódicos (Otero et al., 2017).

Textura	
Sequía	Lluvias
FArL	FAr
Ar	FAr
ArL	FAr
Ar	Ar



La **textura** del suelo se caracterizó por presentar arcilla como componente principal. La presencia de arcilla facilita la disponibilidad e intercambio de nutrientes que permite el crecimiento de las plantas (Rincón-Suárez, 2010). Por lo tanto, los suelos presentan condiciones adecuadas para el desarrollo de actividades agrícolas.

# EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS DEL DISTRITO DE RIEGO DE REPELÓN.

Las muestras de suelo correspondientes a la época de sequía fueron evaluadas para determinar la contaminación por plaguicidas (organoclorados y organofosforados) y metales pesados zinc (Zn), cromo (Cr), cadmio (Cd), níquel (Ni), plomo (Pb) y mercurio (Hg).

## PLAGUICIDAS

No se reportó la presencia de los plaguicidas, posiblemente asociado con cuatro factores:

### *1. Poca actividad agrícola durante la época de muestreo*

En el año 2016 por el fenómeno de El Niño disminuyó notablemente la actividad agrícola. Por lo tanto, no se desarrollan prácticas agrícolas intensivas que pueden generar contaminación en el suelo con la utilización de insumos químicos.

### *2. Propiedades fisicoquímicas del suelo*

En el suelo la materia orgánica y las partículas de arcilla adsorben los plaguicidas eliminando su presencia (Cornejo & Jamet, 2000).

### *3. Las condiciones climáticas del municipio*

Repelón presenta mayores temporadas de sequía al igual que la radiación solar en el departamento del Atlántico (IDEAM, 2005). Estos aspectos son adecuados para un mayor grado de descomposición química de los plaguicidas (Narvaez et al., 2012). Adicionalmente, las altas temperaturas incrementan la evaporación de sustancias volátiles o semivolátiles facilitando la movilidad de compuestos como los plaguicidas organoclorados (Betancourt & Ramirez-Triana, 2005; Aselas et al., 2014).

## 4. Reglamentación

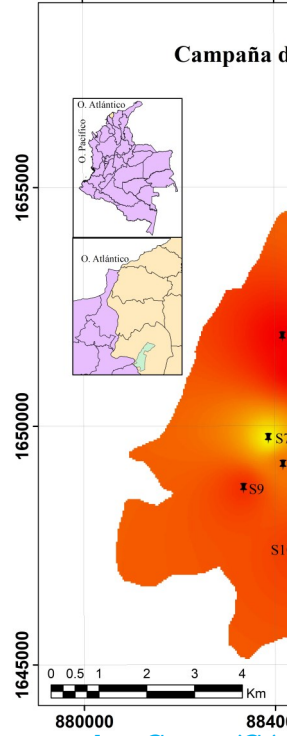
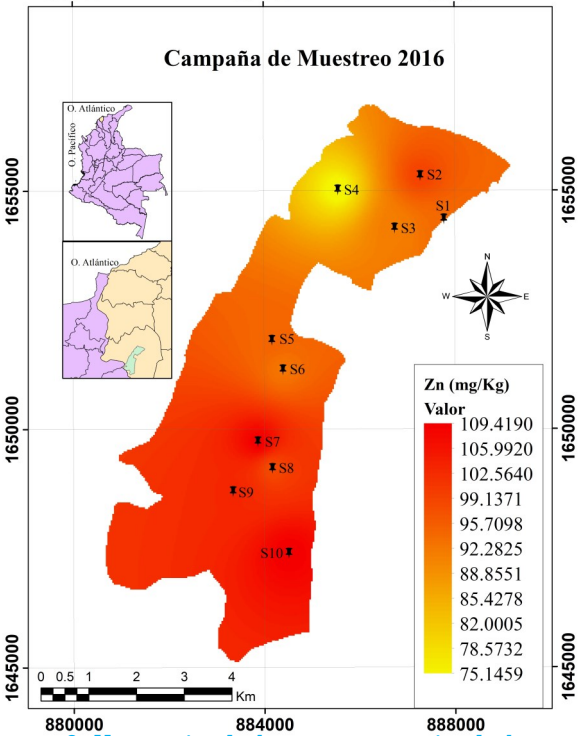
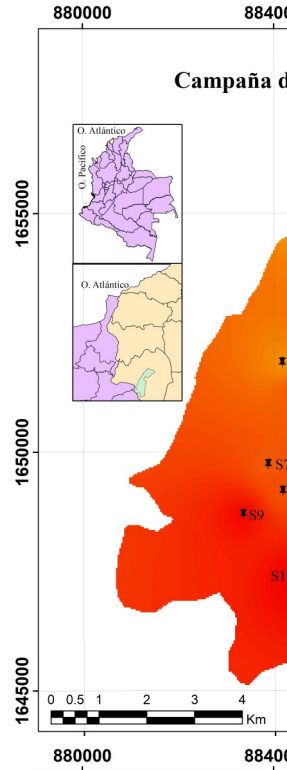
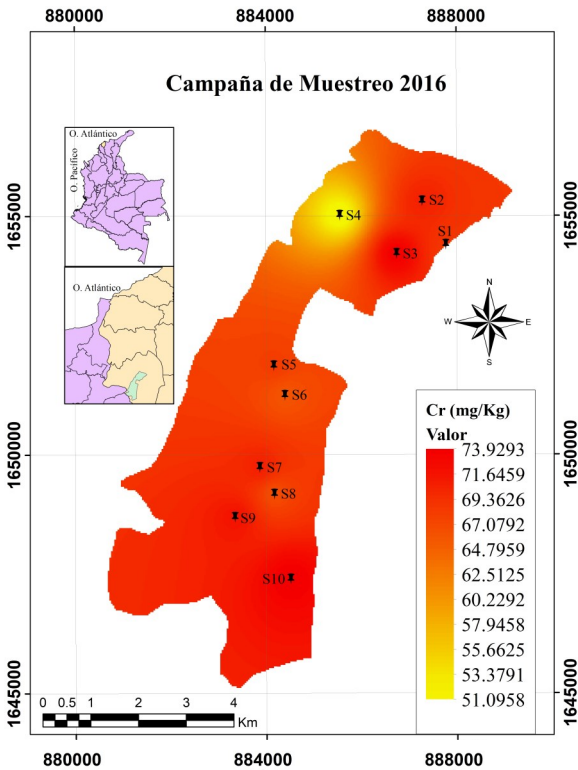
El Instituto Colombiano Agropecuario-ICA en 1987 y 1988 canceló las licencias de venta de los insecticidas organoclorados que contenían en su composición los ingredientes activos: aldrin, heptacloro, dieldrin, clordano y canfecloro.

### METALES PESADOS

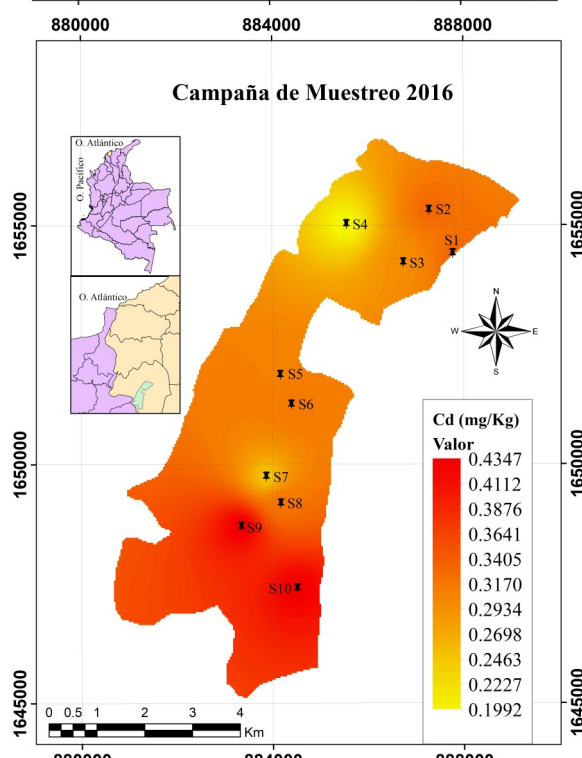
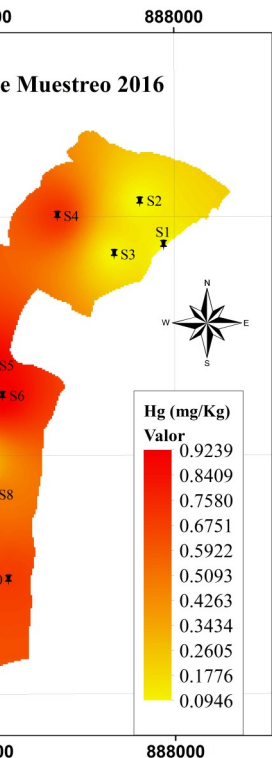
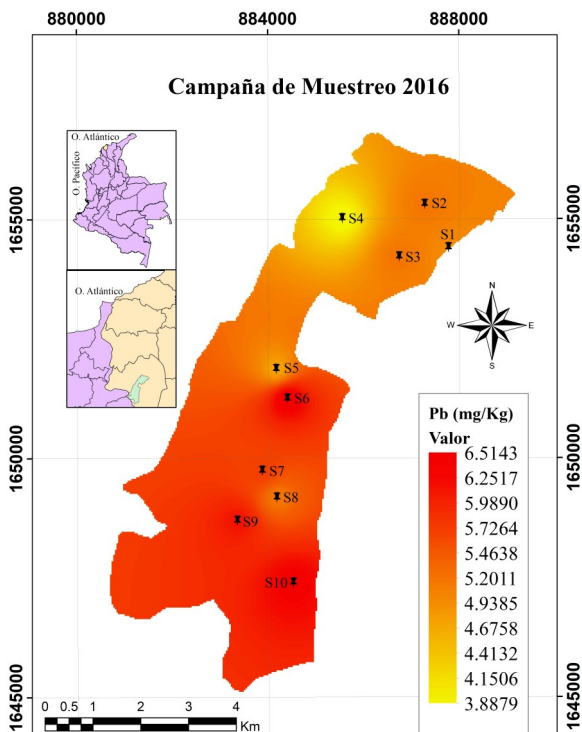
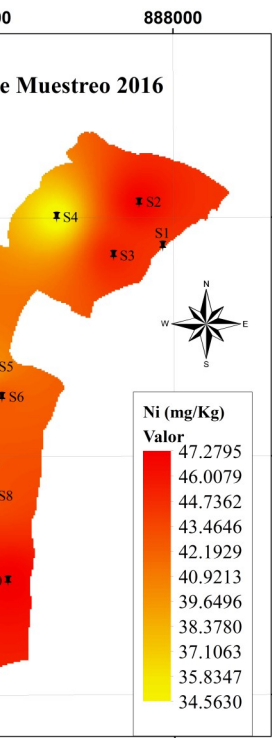
La variación en la concentración de metales (Figura 2) presentó el siguiente orden:  $Zn > Cr > Ni > Pb > Hg > Cd$ . En la zona centro y sur, los metales Zn, Pb y Hg presentaron las concentraciones más altas. Del mismo modo, en las estaciones norte y sur, los metales Cr y Ni mostraron concentraciones elevadas. El Cd solo presentó concentraciones altas en la zona sur.



*Pescador en el Embalse el Guájaro*



*Figura 2. Variación de la concentración de los metales pesados Cromo (Cr), zinc (Zn) en los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón.*





El índice de carga de la contaminación categoriza el grado de contaminación (Iqbal et al., 2016). Adicionalmente, el grado de contaminación representa la suma de todos los factores de contaminación para todos los elementos examinados en un sitio determinado (Loska et al., 2004). Los resultados de éstos índices se reportan en la Tabla 3.

**Tabla 3. Índices de contaminación en los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón.**

Índices de contaminación		Suelos agrícolas de Repelón
Índice de Carga de la Contaminación	<1 (no contaminado)	1.31
	>1 (contaminado)	Contaminado
Grado de Contaminación	n < 6 (bajo)	1.68 Considerable
	n ≤ GC < 2n (moderado)	
	2n ≤ GC < 4n (considerable)	
	GC > 4n (muy alto)	

Las actividades de la industria y minería generan acumulación de metales pesados en suelos (Millán et al., 2007; Prieto et al., 2009). En zonas aledañas al embalse El Guájaró se



práctica minera. La extracción de recursos mineros contribuye significativamente al aporte de metales pesados como: Ni, Cu, Zn, Mn, Co, Pb y Hg (Belmonte-Serrato et al., 2010). Es posible que los metales lleguen al suelo por medio del Distrito de Riego. Por otra parte, en los suelos contaminados con Pb se suele encontrar también Cd, Zn, Fe, Ni y Co debido a la relación de semejanza que existe entre las propiedades y características de los metales (Hettiarachchi & Pierzynski, 2002).

Otro posible factor de contaminación con Pb y Ni está asociado con las aguas residuales. Aunque no se ha reportado que los suelos agrícolas de Repelón sean abastecidos con agua residual, el Heraldo (2016) reportó la descarga de aguas negras en el arroyo embrujo el cual finalmente conecta con el embalse El Guájaro. Los fertilizantes fosfatados aportan cantidades significativas de Cr y Zn (Zubillaga & Lavado, 2002). Adicionalmente, el Zn puede estar relacionada con la aplicación de estiércol a los cultivos (Kabata-Pendias, 2010).

## IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL DISTRITO DE RIEGO DE REPELÓN.

### *Mantener la cobertura del suelo.*

La cobertura en el suelo proporciona un microclima que permite mantener el contenido de agua en el suelo.

La descomposición del forraje aporta materia orgánica, mejorando la fertilidad del suelo. De igual manera, mejora la textura del suelo facilitando la adsorción de nutrientes.

Durante la época de lluvia la cobertura en el suelo evita la pérdida de MO y N por escorrentía donde se produce el arrastre de estas partículas (Appelhans et al., 2016).

Los altos contenidos de MO favorecen la adsorción de plaguicidas, actuando como un reactor natural (Cornejo & Jamet, 2000).

El N en el suelo facilita la colonización de bacterias fijadoras de nitrógeno que aportan este nutriente, disminuyendo la aplicación de fertilizantes inorgánicos (Martínez-Mera et al 2016a).

### *Realizar análisis frecuentes de la calidad del agua.*

Estrategia para mejorar el rendimiento de los cultivos como las condiciones del suelo. Se debe analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos.

### *Disminuir la aplicación de fertilizantes y plaguicidas.*

Los fertilizantes inorgánicos alteran el pH del suelo. Al mismo tiempo, los fertilizantes generan salinización del suelo, disminuyendo el potencial agrícola edáfico ya que limita los cultivos que puedan ser sembrados (Martínez-Mera et al 2016a).

Los plaguicidas aportan metales que al aumentar su concentración se convierten en metales pesados, afectando la calidad del suelo y alimentos (Zubillaga & Lavado, 2002).

Tanto los fertilizantes como los plaguicidas contaminan cuerpos de agua. Teniendo en cuenta el funcionamiento del distrito de riego esta puede ingresar al embalse El Guájaro y recircular nuevamente contaminando otros suelos y/o fuentes de agua para consumo de agua como para riego agrícola.

### *Evitar la labranza o labranza mínima.*

El movimiento del suelo ocasiona pérdida de riqueza microbiana y contenido de agua. El peso de la maquinaria genera compactación del suelo.

### *Establecer policultivos y rotar los cultivos.*

La diversidad de plantas disminuye el efecto extractor de nutrientes como lo generan los monocultivos.

Incremento de la actividad alelopática ya que hay mayor interacción entre las plantas e insectos. La entomofauna



asociada a esta diversidad de plantas mejora el control biológico de plagas y los procesos de polinización de las plantas (Martínez-Mera et al 2016b).

Sembrar plantas nativas debido a que estas se adaptan mejor a las condiciones climáticas.

### *Controlar los residuos vegetales y animales.*

Aunque son una fuente de MO deben formar parte de un manejo de un plan integral para garantizar un uso adecuado.

*Los beneficios asociados con estas prácticas mejoran las condiciones fisicoquímicas del suelo, disminuyendo la necesidad de utilizar insumos sintéticos. Al mismo tiempo, se conservan los recursos naturales.*

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los suelos agrícolas del Distrito de Riego de Repelón presentan características adecuadas para el desarrollo de las actividades agrícolas. La época de sequía aumenta el potencial del suelo en términos de su fertilidad.

La ausencia de plaguicidas posiblemente está relacionada con las condiciones climáticas del municipio, las propiedades fisicoquímicas del suelo y el cumplimiento de la reglamentación en el uso de sustancias químicas.

Las altas concentraciones de los metales pesados probablemente se encuentran asociados con la actividad minera.

Es fundamental realizar prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente para conservar la salud del suelo.

## REFERENCIAS

Appelhans, S. C., Benitende, S. M., Barbagelata P. A. & Fontana, M. B. (2016). Los cultivos de cobertura y la fertilización afectan el aporte de fósforo microbiano. En C. G. Cholaky & J. M. Cisneros (Eds.), XXV Congreso argentino de la ciencia del suelo: ordenamiento territorial: un desafío para la ciencia del suelo (pp. 698–707). Río Cuarto, Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto.

Aselas, M., Suárez, S. & Palacios, D. (2014). Effects of pesticides on health and the environment. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387.

Betancourt, J. & Ramírez-Triana, G. (2005). Estudio de los procesos relacionados con la presencia de plaguicidas organoclorados en la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Boletín de Investigaciones Marinas Y Costeras -INVEMAR*, 34(1), 121-139.

Belmonte-Serrato, F., Romero-Díaz, A. & Moreno-Brotóns, J. (2010). Contaminación ambiental por estériles mineros en un espacio turístico en desarrollo, la sierra minera de Cartagena-La Unión (sureste de España). *Cuadernos de Turismo*, 25, 11-24.

Carrillo-Sarmiento, C. (2012). Plan de Desarrollo del Municipio de Repelón "Por un Repelón al Alcance de Todos." Repelón, Colombia.

Cornejo, J. & Jamet, P. (2000). Pesticide/Soil interactions. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris.

Climate, Data. (2017). National Center of Environmental Information. <http://es.climate-data.org/location/50352>.

Castellanos, J. (2016). La salinidad de los suelos, un problema que amenaza su fertilidad. México: Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura, Intagri.

El Heraldo. (2016). Los tres males que afectan al embalse de El Guájaro. <https://www.elheraldo.co/barranquilla/los-tres-males-que-afectan-al-embalse-de-el-guajaro-238026>

Garrido, J. & Licona, M. (2017). Caracterización fisicoquímica de



los suelos agrícolas del Distrito de Riego del Municipio de Repelón, Atlántico. (Tesis de pregrado). Universidad de la Costa. Barranquilla.

Hettiarchchi, G. M. & Pierzynski, G. M. (2002). In situ stabilization of soil lead using phosphorus and manganese oxide: influence of plant growth. *Journal of Environmental Quality*, 31(2), 564-572.

Ibáñez, J. J. (2007). pH del Suelo. Madrid: Fundación para el Conocimiento. Madrid.

IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2007). Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento del Atlántico. Bogotá.

IDEAM-Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2005). Atlas climatológico de Colombia. [http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas#\\_48\\_INSTANCE\\_xoDpvO7rhD5O\\_%3Dhttp%253A%252F%252Fwww.ideam.gov.co%252FAtlasWeb%252Findex.html%253F](http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/atlas#_48_INSTANCE_xoDpvO7rhD5O_%3Dhttp%253A%252F%252Fwww.ideam.gov.co%252FAtlasWeb%252Findex.html%253F)

Iqbal, J., Saleem, M. & Shah, M. H. (2016). Spatial distribution, environmental assessment and source identification of metals content in surface sediments of freshwater reservoir, Pakistan. *Chemie der Erde-Geochemistry*, 76, 171-177.



Jaramillo, D. (2002). La textura del suelo. Introducción a la ciencia de los suelos. Medellín, Antioquia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Kabata-Pendias, A. (2010). Trace Elements in Soils and Plants, Third Edition. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press LLC.

Loska, K., Wiechula, D. & Korus, I. (2004). Metal contamination of farming soils affected by industry. *Environment International*, 30, 159-165.

Martínez-Mera, E., Valencia, E. & Cuevas H. (2016a). Evaluación del rendimiento de maíz dulce (*Zea mays cv. Suresweet* con leguminosas cobertoras mucuna enana (*Mucuna pruriens*) y crotalaria (*Crotalaria juncea cv. Tropicsun*) en un oxisolde Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 100 (1), 57-70.

Martínez-Mera, E., Valencia, E. & Cuevas H. (2016b). Evaluación alelopática en cultivos tropicales utilizando cobertura muertatriturada de crotalaria [*Crotalaria juncea cv. Tropicsun*], canavalia [*Canavalia ensiformis* (L)] y gandul [*Cajanus cajan cv. Lázaro*] en invernadero. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 100 (1), 83-92

Millan, R., Carpena, R., Schmid, T., Sierra, M., Moreno, E., Gamarra, R. & Esteban, E. (2007). Rehabilitación de suelos contaminados con mercurio: estrategias aplicables en el área de Almadén. *Ecosistemas*, 16(2), 55-66.

Miralles-Mellado, I. (2006). Calidad de suelos en ambientes calizos mediterráneos: Parque Natural de Sierra María los Vélez. (Tesis de doctorado). Universidad de Granada. España.

Narváez, J., Palacio, J. & Molina, F. (2012). Environmental persistence of pesticides and their ecotoxicity: A review of natural degradation processes. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 27-38.

Otero, L., Francisco, A. G., Morales, R., Inalvis, S., Labaut, M., Vento, M. & Rivero, L. (2007). Caracterización y Evaluación de la Salinidad. Instituto de Suelos, Cuba, 1-9.

Prieto, J., González, C., Roman, A. & Prieto, F. (2009). Plant contamination and phytotoxicity due to heavy metals from soil and water. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10 (1), 29-44.

Rincón-Suárez, L. M. (2010). Caracterización fisicoquímica de algunos suelos de la zona de los municipios de Villanueva y Barichara-Santander. (Tesis de especialización). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

Torres-Bejarano, F., Padilla-Coba, J., Rodríguez-Cuevas, C., Ramírez-León. H. & Cantero-Rodelo. R. (2016). La modelación hidrodinámica para la gestión hídrica del embalse del Guájaro, Colombia. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño de Ingeniería*, 32(3), 163-172.

Zubillaga, M. & Lavado, R. (2002). Fertilización fosfatada prolongada y contenido de elementos traza en un argiudol típico de la Pampa Ondulada. *Ciencia del suelo*, 20(2), 110-113.



Los autores agradecen a la Corporación Universidad de la Costa, CUC, por la financiación del proyecto de investigación (INV. 1106-01-001-11).

También agradecen la participación de las Ingenieras Jarif Garrido y María Licona por su continuo apoyo durante las campañas de muestreo y el análisis de la información. De igual manera, a la Ingeniera Karols Scaldaferrero por el apoyo en la elaboración del documento.

Finalmente, un agradecimiento especial a la Universidad de Córdoba por el desarrollo de todos los análisis químicos de las muestras de suelo a través de su Laboratorio de Toxicología y Gestión Ambiental.



UNIVERSIDAD  
DE LA COSTA  
1970

