

MANEJO SUSTENTABLE DE TIERRAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Efectividad de sedimentos de la laguna de Colta como abono orgánico para la recuperación de suelos en el cultivo de cilantro¹.

Effectiveness of sediments from the Colta lagoon as an organic fertilizer for the soil recuperation on cultivate of coriander.

**Edwin Alexander Tituaña Yamberla²,
Jhenny Marlene Cayambe Terán, Diego Miguel
Puerres Vera y Marco Heredia Rengifo**

²Pontificia Universidad Católica del Ecuador
eatituania@pucesi.edu.ec

Recibido: 17/06/2019

Aceptado: 20/11/2019

Publicado: 27/12/2019

RESUMEN

El deterioro de los suelos y la disminución de su vida útil es una realidad agrícola, de la cual no escapa Ecuador. Ello debido al escaso conocimiento agronómico de los cultivos, principalmente el inadecuado uso de fertilizantes químicos que deterioran las condiciones del suelo. Una alternativa ante este problema es el empleo de abonos orgánicos que mejoran su estructura y reducen la contaminación ambiental. Los sedimentos del dragado de lagunas son una alternativa potencial de recuperación de suelos que se requiere explorar. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento de sedimentos dragados de la laguna de Colta como abono orgánico alternativo para cultivos transitorios en el cantón Ibarra, provincia Imbabura. El sitio experimental fue la granja de la Escuela de Ciencias Agrícolas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Ibarra. La investigación consistió en aplicar cuatro dosis distintas de los sedimentos extraídos de aquellas; los mismos fueron procesados como abono mediante un secado, oxigenado, compostado, inoculación con bacterias seleccionadas y finalmente tamizados; posteriormente fueron incorporados al suelo mediante una mezcla dosificada en base al peso del suelo de área 3 x 1 x 0.20 m. Los beneficios de la práctica se evidenciaron a través de los datos de rendimiento, así como los resultados de calidad de suelos antes y después de la aplicación del sedimento. Se demuestra que la estrategia utilizada a través del uso de lodos en la agricultura es una alternativa eficaz para recuperar suelos degradados; promoviéndose así, la práctica de una agricultura sostenible.

PALABRAS CLAVE: abono orgánico, efectividad, sedimentos.

ABSTRACT

Around the world the soil degradation and its decrease on useful life is an agricultural fact, Ecuador is part of these. And this is because the low agricultural knowledge, especially on the excessive uses of chemical fertilizers that deteriorate the soil condition. An alternative solution to this problem is the use of organic fertilizers that enhances its structure and at the same time reduces the environmental contamination. The sediment of a lake dredging is a potential alternative for the recovering of those soils we need to exploit. The main objective of this work

¹ Primer Premio en el IX Taller Estudiantil Internacional sobre Medio Ambiente (TEIMA 2019)

was to evaluate the behavior of the dredging sediments from the Colta lagoon as an alternative organic fertilizer for transitory plantation on Ibarra area, Imbabura region. The experimental place was a farm that belongs to the Agricultural Science School from the Catholic University of Ecuador. On the investigation we applied four different examples from the lake sediments, and processed as fertilizer thru a dry out, oxygenate, inoculated with selected bacteria and finally sieving; and lately incorporate to the soil, dozed according to the soil weigh in a 3 x 1 x 0.20 m. the benefits can be seen thru the performance data, also with the results on quality soils before and after the use of sediments. Proving that the strategy used is an effective alternative and promotes the sustainable agriculture.

KEYWORDS: effectiveness, organic fertilizer, sediments.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el deterioro del suelo se encuentra en crecimiento, sobre todo por el inconsciente uso de la tierra y el empleo de técnicas tradicionales e incorrectas para cultivar, lo cual ha generado que el 50% del suelo del país presente ese problema, inutilizando estas tierras para la agricultura y el mantenimiento del ecosistema, debido a su endurecimiento, esterilidad y un color café amarillento, característico de la conocida *cangahua* (Centro Ecuatoriano de Investigación Geografica, 1989).

Las técnicas tradicionales aunadas al mal manejo agronómico de los cultivos y el descontrolado uso de fertilizantes y productos químicos provocan el deterioro del suelo y el incorrecto aprovechamiento del mismo. Ello trae consigo el desequilibrio biológico y ecológico del ecosistema, que se ve mermado continuamente, ubicando a la agricultura orgánica sustentable en un segundo plano, aun cuando esta es la base para la recuperación de los suelos deteriorados por las equívocas prácticas de monocultivos y el excesivo uso de fertilizantes inorgánicos.

Dicha realidad se ve presente en todos los cultivos, sin ser la excepción el cilantro (*Coriandrum sativum L.*), considerado un monocultivo que provoca el desgaste del suelo por su constante y gran absorción de minerales; una producción de follaje de 20 toneladas por hectárea representa una extracción de nutrientes del suelo de aproximadamente 100 kg de nitrógeno, 30 kg de fósforo, y 70 kg de potasio. Ello representa el incremento de suelos estériles y a la pérdida del entorno natural (Estrada *et al.*, 2004).

Según el *III Censo Nacional Agropecuario* del 2002 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador, 2002), el Ecuador muestra a las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Carchi, Tungurahua y Bolívar como las mayores productoras de cilantro en el sector Sierra, presentando una superficie dedicada a dicho cultivo de 347 ha, las cuales producen aproximadamente 1 494 ton/m de este producto. El tabú que acompaña a este cultivo con respecto al deterioro inmediato del suelo ha traído consigo el uso inadecuado y excesivo de fertilizantes que encierran en un círculo vicioso al agricultor, dependiendo inevitablemente de productos químicos residuales y contaminantes para alcanzar el mismo nivel de producción, sin tomar en cuenta que esto merma el entorno natural y ecológico de esas zonas.

Por tal motivo, el empleo de material reciclado del fondo lacustre de la laguna de Colta se ve propuesto como abono para permitir que la agricultura tradicional no influya negativamente en el área de la rizósfera, pues por el contrario se busca el incremento y mantenimiento del suelo agrícola sin influenciar en el cambio climático, al igual que el mantenimiento del ecosistema de lagunas, que pueden ser afectadas por el exceso de sedimentos presentes en ellas y que afectan al ecosistema acuícola y vegetal de los lagos.

Gracias a los procesos agroindustriales por los cuales el sustrato ha sido sometido, se elimina cualquier contaminante presente en el lodo como metales pesados y patógenos; y la inoculación con microorganismos seleccionados actúan como bioaumentadores de cepas microbianas nativas, bioremediador de moléculas agroquímicas y como biofiltro para eliminar sustancias nocivas que se puedan arrastrar del lodo al cultivo. Esta nueva alternativa de abonamiento amigable con el ambiente permite mantener una agricultura limpia agroambientalmente.

Estos antecedentes determinan la necesidad de promover la agricultura sustentable mediante la implementación de nuevas alternativas de abonamiento por medio del uso de sedimentos dragados como abono orgánico, pues estos presentan el potencial de mejorar estructuralmente al suelo por el incremento de materia orgánica, debido a sus constituyentes provenientes de residuos vegetales lacustres y lodos que aportan nutricionalmente al mismo. Ello promueve una agricultura sustentable y sostenible sin afectar la microbiología del suelo y la del entorno (Servicios Integrales Nacionales de Proyectos SINAPROY S.A. , 2015).

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de sedimentos dragados de la laguna de Colta como abono orgánico alternativo para cultivos transitorios en el cantón Ibarra, provincia Imbabura. El mismo posee un alto impacto para el ámbito científico, por cuanto en Ecuador no existe información disponible acerca de los sedimentos de las lagunas y su beneficio para los suelos agrícolas y sus cultivos. La difusión de estos resultados ampliará la utilización de los mismos, mejorando las formas de cultivar sin descuidar el Medio ambiente. De igual forma, una vez que se propicie su uso, las condiciones económicas de los agricultores mejorarán por el hecho de usar productos más económicos y con alta efectividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector La Victoria, perteneciente a la ciudad de Ibarra. Geográficamente corresponde a las siguientes coordenadas 0°20'59.71"N; 78°6'22.75"O; WGS 84 zona 17 N, a 2 100 msnm, con temperaturas de entre 13 a 24 grados centígrados y con presencia de un suelo de tipo arcilla.

Para la evolución de la calidad del suelo se tomaron submuestras en diagonal para la obtención de una muestra representativa del lote al inicio del ensayo, tal como recomienda el INIA (2012) para luego tomar submuestras de cada unidad experimental y analizar los suelos de las 15 unidades experimentales sobre macro y micro nutrientes, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica por cada unidad experimental antes de la siembra y al finalizar el ensayo, con el propósito de poder verificar y comparar los cambios producidos al aplicar los sedimentos al suelo.

Siendo los sedimentos de la laguna de Colta el factor de estudio, se aplicó este en diferentes porcentajes con relación al peso del suelo, de tal manera que se propusieron 4 tratamientos correspondientes a los niveles de sedimento T1 = Aplicación de sedimentos de la laguna de Colta al 100%; T2 = Aplicación de sedimentos de la laguna de Colta al 75%; T3 = Aplicación de sedimentos de la laguna de Colta al 50%; T4 = Aplicación de sedimento de la laguna de Colta al 25%; T5 = 0% de abono (testigo).

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA). Cada unidad experimental presenta un área de 3 m², con tres m de longitud y un metro de ancho, debidamente preparadas con dos pasadas de rastra y una de motocultor, dejando el suelo mullido y plano; de igual manera se dejaron espacios entre cama de 0.80 m y de un metro de caminos en los bordes del ensayo. Cada unidad experimental contó con tres filas de plantas de cilantro, cada

una separada por 0.20 m y entre filas por 0.25 m, obteniéndose 45 plantas por cada unidad experimental, a las cuales se les colocó dos líneas de riego por goteo, usando cinta de goteo de 16 mm. Las variables fueron:

- *Días de germinación*, basados en los días desde la siembra hasta la emergencia de un 50% del total de la unidad experimental, y hasta el 90% de germinación del cultivo.
- *Diámetro del tallo*, tomando en cuenta su relación con el tiempo, para lo cual se medirá a los 30 y 45 días del cultivo, con la ayuda de un calibrador.
- *Altura del tallo*, este indicador se tomó a partir de los 20 días del cultivo, con la ayuda de un metro, las cuales se registran cada 10 días, en el mismo lugar, hasta alcanzar una altura promedio de 0.47 m, evaluando las plantas centrales de cada unidad experimental y aplicando del criterio de descarte por *efecto borde*.
- *Días de cosecha*, este dato se obtuvo con la ayuda de un metro desde el día de la siembra hasta que las plantas alcanzaron la altura máxima promedio conocida en la variedad de cilantro empleada en el proyecto (47 cm).
- *El rendimiento total* se obtuvo por medio de una balanza, registrándose el rendimiento de las plantas de cada unidad experimental en unidades de gr/parcela, con los cuales se proyectó el rendimiento en kg/ha⁻¹ hasta la cosecha.

Cada uno de estos datos fue recolectado y tabulado en hojas de Excel conformando un registro para su análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días de germinación.

En cuanto a los días de germinación el mejor resultado fue el del tratamiento T2 y T3 (sedimentos de la laguna de Colta al 75% y sedimento de la laguna de Colta al 50%) respectivamente; los mismos promovieron la emergencia temprana de la planta a los 10 días en promedio. El resto mostraron resultados similares, y finalmente el tratamiento T5 (testigo) presentó germinación más tardía con relación a los demás.

Tabla 1. Promedio para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para días de germinación.

Tratamiento	% Sedimento	% Suelo	Media (días)	Rango
T2	75	25	10.30	A
T3	50	50	10.92	AB
T4	25	75	11	ABC
T1	100	0	13.40	BC
T5	0	100	14	C

Fuente: *Elaboración propia.*

Diámetro de tallo.

Tabla 2. Promedio para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallos.

Tratamiento	% Sedimento	% Suelo	Diámetro en días 30 (mm)	Diámetro en días 45 (mm)	Rango
T3	50	50	0.073	0.096	A
T2	75	25	0.052	0.071	B
T4	25	75	0.049	0.065	BC
T1	100	0	0.047	0.063	BC
T5	0	100	0.045	0.062	C

Fuente: *Elaboración propia.*

Altura de tallo.

Tabla 3. Promedio para tratamientos y prueba de Tukey al 5% para altura de tallos.

Tratamiento	% de Sedimento	% de Suelo	Altura 20 días (m)	Altura 30 días (m)	Altura 40 días (m)	Rango
T3	50	50	0.17	0.38	0.53	A
T2	75	25	0.162	0.35	0.50	B
T4	25	75	0.135	0.31	0.47	BC
T1	100	0	0.13	0.31	0.45	BC
T5	0	100	0.113	0.303	0.42	C

Fuente: *Elaboración propia.*

Con respecto al diámetro de tallos, los resultados con mayor relevancia fueron los proporcionados por el tratamiento T3 tanto a los 30 como 45 días del cultivo, con promedio de 0.09 mm de diámetro el cual se ve estrechamente relacionado con el resultado de la altura estos, siendo de igual manera el mejor promedio de altura el presentado por el tratamiento T3 conjuntamente con el tratamiento T2, los cuales dieron como resultado un promedio de 0.17 m a los 20 días, 0.38 m a los 30 días y de 0.53 m a los 45 días. Por otro lado, el tratamiento T5 (testigo) alcanzó los 0.42 m a los 45 días de cultivo.

Rendimiento.

Tabla 4. Promedio para tratamientos y prueba de Tukey al 5 % para rendimiento.

Tratamiento	% de Sedimento	% de Suelo	Medias (kg.ha ⁻¹)	Rango
T2	75	25	9 847.23	A
T3	50	50	9 372.54	B
T4	25	75	8 567.07	B
T1	100	0	8 023.46	C
T5	0	100	7 256.63	C

Fuente: *Elaboración propia.*

En cuanto al rendimiento, el tratamiento T2 (sedimentos de la laguna de Colta al 75%) presentó el nivel de producción más alto con un promedio de 9 847.23 kg/ha⁻¹, seguido por el tratamiento T3 (sedimento de la laguna de Colta al 50%) con un promedio de producción de 9 372 kg/ha⁻¹. Finalmente, el tratamiento T5 obtuvo un promedio de rendimiento de 7 256 kg/ha⁻¹.

Los resultados alcanzados en los parámetros *mayor diámetro de tallo* y *mayor rendimiento* fueron por efecto del tratamiento T3 (sedimento de la laguna de Colta al 50%); ello se debe a que el mismo fue el de mayor cobertura vegetal, es decir, mayor número de hojas y mejor desarrollo de la zona radicular, las cuales permitieron a su vez una mejor absorción nutricional. El causante de estos efectos son los sedimentos ricos en nitrógeno, los cuales influyeron totalmente en el desarrollo foliar del cultivo.

Estado final del suelo.

En cuanto a los resultados del estado final del suelo, mostraron mejores características nutricionales la unidad experimental con el tratamiento T2 seguido del tratamiento T3; obteniéndose una conservación de minerales y un pH de 6.6, con mejor estructura física y mejor retención de agua y porosidad.

Análisis económico

El análisis económico muestra que el tratamiento T3 es la mejor opción en rentabilidad teniendo en cuenta la relación entre *rendimiento* y *costos de producción*. La comparación de esos parámetros entre el tratamiento T2 y T3 es muy similares; por tales motivos, al no existir diferencias estadísticamente significativas no hay necesidad de aumentar la dosis de sedimento, pues podría disminuir la utilidad económica.

CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación de sedimento como abono orgánico para el cultivo del cilantro influyó positivamente en los procesos fisiológicos del mismo, lo cual se evidencia en una mejor producción en periodos cortos de tiempo, debido a que aquel provee nutrientes que mejoran las características físicas al producto.

El rendimiento en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum L.*) tuvo un efecto positivo, generado por la aplicación de sedimentos; de igual manera se pudo observar que este producto sí permitió conseguir estabilidad en cuanto al estado nutricional del suelo, incluso aportándole una mayor presencia de materia orgánica, un mejor intercambio catiónico del suelo, y un pH adecuado para cualquier tipo de cultivo. La estructura del mismo cambió transformándolo de arcilloso a franco, con una ideal retención de agua y una mejor porosidad.

Este ensayo demuestra también que los sedimentos dragados y procesados son una de las mejores alternativas para una agricultura sustentable y amigable con el medio ambiente. En cuanto al costo beneficio se puede mencionar que esta técnica, empleada en cantidades específicas, permite mantener un margen de ganancia rentable, pues se disminuye el uso o aplicación constante del producto por cada ciclo de cultivo, obteniendo los resultados de producción deseados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica. (1989). La erosión en el Ecuador. <https://cutt.ly/LyK493B>
- Estrada, E.I., García, A., Cardozo, I., Gutiérrez, A., Baena, D., Sánchez, S. y Vallejo, A. (2004). *Cultivo de Cilantro. Variedad UNAPAL Precoso*. Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Ecuador. (2002). III Censo Nacional Agropecuario. *Resultados Nacionales*. <https://cutt.ly/3yK46hO>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2012). *Análisis de suelo*. Centro de Suelos y Nutrición Vegetal.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). *Programa de desarrollo rural 2014: Agricultura Familiar Periurbana y Traspatio*. México.
- Servicios Integrales Nacionales de Proyectos SINAPROY S.A. (2015). *Sustrato orgánico mineral*.