



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR CULTIVO DE COCA
MEDIANTE APLICACIÓN DE LODO BIOLÓGICO INDUSTRIAL DE GELATINA”

Proyecto de Tesis para optar el grado de:

BACHILLER EN INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Shirley Ximena Maraví Caldas

Asesor:

Llermé Navarro Vasquez

Lima – Perú

2019



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°161-2019-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 11 de noviembre de 2019

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **Recuperación de suelos degradados por cultivo de coca mediante aplicación de lodo biológico industrial de gelatina**, presentado por:

- **Maraví Caldas Shirley**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller en **Ingeniera Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **Recuperación de suelos degradados por cultivo de coca mediante aplicación de lodo biológico industrial de gelatina** con N° de registro de la carrera: **031-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Lierme Navarro Vasquez** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,



Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR CULTIVO DE COCA MEDIANTE**APLICACIÓN DE LODO BIOLÓGICO INDUSTRIAL DE GELATINA**

Shirley Maraví Caldas; Llermé Navarro Vasquez

smaravi197@gmail.com

Universidad Científica del Sur. Facultad de Ciencias Ambientales. Carrera de Ingeniería Ambiental. Panamericana Sur km 19. Lima 42.

RESUMEN

La gelatina posee fines cosméticos, farmacéuticos y alimenticios, es producida a través de la hidrólisis parcial controlada del colágeno teniendo como fuente principal de producción la piel de cerdo, piel de bovino, huesos de res, cerdo y pescado en menor cantidad. Siendo así un material con alta carga proteica, presenta además sales minerales y agua. Esta industria presenta una gran cantidad de residuos y/o subproductos, entre ellos el lodo biológico industrial de gelatina, el cual puede ser reaprovechado para mejorar las condiciones del suelo, esto debido a que la aplicación de lodo propicia de los nutrientes que se encuentran en el suelo. Ante esta situación una medida de reaprovechamiento de este residuo es su uso como fertilizante y optimizador de propiedades del suelo; como es el caso de suelos degradados los cuales pueden perder su capacidad de producción vegetal, un ejemplo de esto son los suelos degradados por cultivo de coca los cuales al transcurrir los años han ido alterando la capacidad propiedades del suelo, como el aumento del pH brindándole acidez al suelo mencionado. El objetivo del presente artículo de revisión es disponer bibliografía

referente a la eficiencia del lodo biológico industrial de gelatina en la recuperación de suelos degradados, principalmente en la mejora de sus capacidades productivas.

ABSTRACT

Gelatin has cosmetic, pharmaceutical and nutritional purposes, it is produced through the controlled partial hydrolysis of collagen having pork skin, bovine skin, bones of beef, pork and fish in smaller quantity as the main source of production. Being thus a material with high protein load, it also presents mineral salts and water. This industry has a large amount of waste and / or by-products, including gelatine industrial sludge, which can be reused to improve soil conditions, because the application of sludge propitiates the nutrients found in the soil. ground. Faced with this situation, a measure of reuse of this waste is its use as a fertilizer and optimizer of soil properties; as it is the case of degraded soils which can lose their capacity of vegetal production, an example of this are the soils degraded by coca cultivation which, over the years, have been altering the soil properties capacity, as the pH increase giving it soil acidity mentioned. The objective of this review article is to provide a bibliography on the efficiency of gelatine industrial sludge in the recovery of degraded soils, mainly in the improvement of their productive capacities.

REVISIÓN TEÓRICA

Cultivo de coca

La coca (*Erythroxylum coca*) es una planta de procedencia andina, la cual ha sido condicionada a climas subtropicales, cuenta con una antigüedad aproximada de 2000 años, siendo encontrados restos de este cultivo en Perú (Gutierrez,1944). Urrelo (1997) menciona que aún en las épocas prehispanicas, la coca se caracterizaba por ser un cultivo invasivo, principalmente en Selva Alta, produciéndose principalmente en valles de Cusco, Ayacucho, Huánuco y San Martín. El aumento exponencial en la demanda de cocaína ha ocasionado la expansión de este cultivo a diversas zonas del país, lo cual repercutió de manera internacional ya que, se observa la producción y comercialización de la hoja de coca y derivados. La mayor parte de la producción de hoja de coca se da para la producción de pasta básica de cocaína (PBC), lo cual ocasiona una alta rentabilidad en el cultivo de coca, esto sin embargo; ocasiona que se dé una deforestación intensa, uso indiscriminado de pesticidas, malas prácticas de producción y ante esto se da un agotamiento del recurso natural (suelo).

Degradación de suelos

Para la FAO la degradación que sufre el suelo es definida como la disminución de la capacidad tanto actualmente como a futuro para la producción vegetal. Esta degradación se ocasiona principalmente por la modificación de los componentes naturales provenientes de la intervención de hombre sobre la tierra y sus recursos. El incremento del cultivo de hoja de coca, en zonas tradicionales ocasiona que el suelo sea sobreexplotado, lo cual promueve que la hoja de coca pase aun estado de monocultivo,

generando de esta manera la explotación intensiva del suelo y por tal razón la degradación y deterioro de la capa arable.(Rosso,2013).

Degradación de suelos por cultivo de coca

Los efectos que se le atribuye al cultivo de coca provienen del funcionamiento de la planta y de las técnicas empleadas en su cultivo. En relación al efecto causado por su autoecología (funcionamiento de la planta) se conoce que esta empobrece el suelo generando la pérdida de la estructura y acidificación del mismo (Matteucci y Morello, 2015). Con los años, mientras la acidez del suelo aumenta y los nutrientes continúan disminuyendo, los suelos ganan concentraciones de aluminio y manganeso, las cuales resultan dañinas para las plantas. (Trannin *et al*, 2008). Además de producir una disminución o pérdida de nutrientes, este cultivo genera altos niveles de acidez en el suelo. Esta acidez influye de manera directa sobre la proliferación de microorganismos del suelo, los cuales determinan la disponibilidad de nutrientes que están en el suelo. (Manzano, *s.f*). Esto ocasiona una disminución en el potencial productivo del suelo, lo cual hace no sostenible la capacidad de los sistemas agroproductivos deteriorando la calidad del suelo (ODEPA, 2013). Los efectos negativos del cultivo de coca y derivados se presentan como una amenaza tanto para la calidad de vida de las poblaciones como del ambiente (Urello, 1997).

Gelatina

La gelatina, usada para fines cosméticos, farmacéuticos y alimenticios, se produce a través de la hidrólisis parcial controlada del colágeno cuya fuente principal de producción es la piel de cerdo, piel de bovino, huesos de res, cerdo y pescado en menor cantidad. La gelatina es un material proteínico soluble en agua, este biopolímero

presenta una composición de proteínas (89.92%), sales minerales y agua, se obtiene por medio de desnaturalización térmica o degradación fisicoquímica del colágeno, por medio de un catalizador o por hidrólisis ácida de dependiendo de la materia prima a usar. (Valenzuela, 2017).

Producción de gelatina

El proceso de conversión del colágeno en gelatina consta de varias etapas de lavado, depuración, tratamiento entre otras que finalizan en la obtención de un producto alimenticio deshidratado de color amarillo claro (Tonello, 2013). El colágeno es una estructura formada por monómeros de tropocolagenos en forma de fibras entrelazadas que se configuran en tres cadenas peptídicas diferentes, al convertir este colágeno en gelatina los enlaces de hidrogeno que estabilizan la hélice triple se rompen, formando cadenas peptídicas con pesos moleculares diferentes y variados. La extracción del colágeno se puede realizar por medio de dos procesos, por medio alcalino cuando se le da uso en cuero bovino o en medio ácido que se usa en cuero de cerdos y huesos. Dalev (1996) citado por Kenji, (2010), menciona que para el cuero bovino las proteínas constituyen alrededor del 35 al 60% de la masa mientras que los lípidos del 10 al 35%.

Al inicio del proceso, las virutas de cuero de bovino se cortan en trozos mínimos, se lavan en solución de hidróxido de sodio y se mantienen en esta solución alrededor de siete días en el proceso llamado calado. En esta misma etapa los compuestos no colagénicos, como lo son la queratina, globulina, elastina albumina entre otros varían a formas más solubles mientras que algunas grasas se convierten en compuestos polares para ser removidos fácilmente (Okerman y Hansen, *s.f*) Después de este periodo la mezcla se lava

y se añade ácido sulfúrico para bajar el pH del medio. Seguido a este proceso, el colágeno es extraído con la adición de agua caliente mejorando la calidad del producto brindándole mayor claridad y resistencia al gel. La purificación y desmineralización de gelatina se realiza por medio de filtros y resinas con intercambio iónico, en el siguiente proceso se da la concentración de gelatina por medio de evaporadores de triple efecto. Posteriormente la gelatina a pasa por túneles de secado, molino y tamiz para ser almacenada. Los residuos que se generan en el proceso productivo de gelatina, en la extracción y purificación de colágeno inicialmente pasan por una rejilla para retirar material sólido, el cual en algunas industrias puede ser usado para compostaje.

Mientras el residuo liquido sigue hacia lagunas de equalización donde se lleva a cabo un ajuste de pH a 11 por adición de hidróxido de calcio. Después de esto el residuo pasa a decantación para separar la suspensión formando el lodo primario. Para disminuir la carga orgánica el decantado pasa a condiciones anaerobias en un biodigestor y después a una laguna aerobia. Para formar los denominados lodos secundarios el devanado pasa nuevamente por el sistema de decantación y el sobrenadante se devuelve a la laguna aerobia. El lodo primario presenta alrededor del 95% de la humedad, la reacción alcalina (pH = 12,5) y los niveles de N-total, Ca y Na, en la base seca (Araujo, 2006). El lodo secundario o biológico presenta de 98 a 99% de humedad, reacción alcalina (pH = 8,3) y los niveles de N-total, Ca y Na, en la base seca (Guimaraes, 2009).

La cantidad de subproductos que se generan en la producción de gelatina es altamente considerable y sus diversos usos también podrían suplir requerimientos de distintas industrias (Valencia, 2011).

Efecto del lodo en el suelo

El lodo obtenido del tratamiento de aguas residuales proveniente de la industria alimentaria productora de gelatina contiene un considerable porcentaje de materia orgánica que es esencial para las plantas, este puede desempeñar un papel importante en la producción agrícola y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. El lodo industrial de gelatina es principalmente, una fuente de N y también presenta cantidades apreciables de P, Ca, Mg y Zn (Araujo, 2006). A su vez, la aplicación de lodo propicia no solo el aumento de los nutrientes mencionados, si no también propicia el aumento de carbono orgánico, fracción de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y de la capacidad de intercambio de cationes (Oliveira *et al.*, 2002). Las cantidades de los nutrientes disponibles en el lodo dependen de su origen, así como del tratamiento de estabilización aplicado para su debida utilización en el suelo (Nascimento *et al.*, 2004). Entre los efectos del lodo sobre las propiedades físicas del suelo, es que estos al contener materia orgánica mejoran el estado de agregación de las partículas del suelo, ocasionando la disminución de la densidad y el aumento en la aireación y retención de agua (Melo y Marques, 2000). El lodo ha presentado buenos resultados como fertilizante para cultivos como maíz, trigo, entre otros; siendo por lo tanto un fertilizante potencial para diversas condiciones del suelo.

Recuperación de suelos

El suelo es de gran importancia al ser un elemento dinámico y natural; este proporciona los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetal y la generación de biomasa. Los métodos de recuperación incluyen prácticas de entrega de materia orgánica, aplicación de enmiendas así como diversas tecnologías que actualmente se vienen desarrollando;

las cuales suelen ser de uso habitual mientras otras se encuentran en estado experimental (Ortiz *et al.*,2007). La recuperación de suelos tiene como puntos importantes mejorar las propiedades del suelo tanto físicas, químicas como biológicas; favorecer el desarrollo de la cubierta vegetal y evitar la pérdida de recursos (Murias, 2007).

CONCLUSIÓN

De la presente investigación se puede concluir que la aplicación de dosis significativas de lodo promovería la disminución del pH y el aumento de la materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, lo cual lo determina como un podría determinarlo como un buen fertilizante para cultivos por su disponibilidad de nutrientes imprescindibles para el crecimiento de las plantas. Nuestro país se ve beneficiado por vastas áreas de suelos fértiles, sin embargo el suelo tiene un mal manejo, el resultado de este deficiente manejo es la reducción de nutrientes y aumento de pH causando acidez y una deficiente reposición de nutrientes. El lodo industrial de gelatina, como residuo de la industria alimentaria si es aprovechado de manera adecuada como fertilizante alternativo es una alternativa de innovación generando efectos positivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, J. (2006). *Efeito do lodo de indústria de gelatina na fertilidade do solo e no capim-tanzânia. Universidade estadual paulista. São paulo.*
- Cartes, G. (2013). *Degradación de Suelos Agrícolas y el SIRSD-S. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Gobierno de Chile.*

- Hosokay, M. (2012). Calidad de Suelos en Diferentes Sistemas de Uso en Supte San Jorge-Tingo Maria. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Guimarães, R. (2009) *Atributos químicos em solos tratados com lodo biológico de indústria de gelatina*. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Kenji, C (2010). *Mineralização do lodo biológico de indústria de Gelatina, atributos químicos de solo e uso Fertilizante para produção de milho*. Jaboticabal. Brasil
- Matteucci, S; Morello, J (2015). *Aspectos económicos del cultivo de la coca. Carrera Interdisciplinaria de Especialización de Postgrado en la Problemática del Uso Indebido de Drogas"*.
- Manzano, N. (s.f). Cultivo de la Coca e Impacto Ambiental. Recuperado de: http://www.iese.umss.edu.bo/uploads/docs/articulo_1277303900.pdf
- Melo, W.J. & Marques, M.O. *Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas*. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O.A., eds. *Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.109-141*.
- Murias, E. (2007). Procesos de Recuperación de suelos degradados a partir de biorresiduos fermentables. Universidad de León.
- Nascimento, C., Barros, D., Melo, E. & Oliveira, A. *Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto*. R. Bras. Ci. Solo, 28:385-392, 2004.

- Ockerman, H., Hansen,C. Cola y gelatina. In: OCKERMAN, H. W.; HANSEN,C. Industrialización de subproductos de origen animal. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p. 133-159.
- Oliveira, F.C.; Matiazzo, M.E.; Marciano, C.R. y Rosseto, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com canade-açucar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. R. Bras. Ci. Solo, 26:505-519, 2002.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (s.f). Relación entre erosión y perdida de fertilidad del suelo. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S06.htm>
- Ortiz, I. *et al.* Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Informe de vigilancia tecnológica.6. www. madrimasd.org.
- Silva, M., et al (2011). Avaliação da eficiência de resíduos agroindustriais como fonte de nutrientes para pastagens. PUBVET, Londrina, V. 5, N. 17, Ed. 164, Art. 1111.
- Ramírez S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de arroz (Oriza sativa) y residuos de papa (Solanun tuberosun) para la producción de Trichoderma spp. (Trabajo de grado). Universidad técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Restrepo, M (2006). Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. Corporación Universitaria Lasallista.1 (1)

- Rosso, I (2013). Incidencia Económica de la degradación de suelos por efecto del cultivo de coca en la economía Yungueña. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de ciencias económicas y financieras
- Ruda, E. *et al.* (2009). Comportamiento de Barro de Fábrica de Gelatina Usado como Abono Orgánico. *Revista de Ciencia y Tecnología.* (11), 59-65.
- Silvano, C. *et al.* (2013). Aplicação de lodo de indústria de gelatina em colunas de solo: efeitos nos atributos químicos do solo. Encontro Internacionall de Prrodução Científfiiica Cesumar. Editora CESUMAR Brasil.
- Tonello, A (2013). *Impacto da aplicação do lodo de indústria de gelatina na percolação de fósforo e potássio em colunas de solo cultivadas com milho.* Encontro internacional de Produção Científica.
- Trannin, I.B.*et al.* *Atributos químicos e físicos de um solo tratado com biosólido industrial e cultivado com milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 12(3) p. 223-230, 2008.*
- Urello,R.(1997). El cultivo de coca en el Perú. Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. Recuperado de:
<http://www4.congreso.gob.pe/congresista/1995/rurrelo/coca.htm>
- Valencia, M .(2011). Estimación de procesos de aprovechamiento usando residuos no agrícolas como materias primas.*Vector.6 (1).* P. 71-78.
- Valenzuela, P. (2017). Efecto de la aditivación de ácidos húmicos o hidrolizados de lodos en las propiedades de films de gelatina. Universidad de Oviedo. España.