



SUELOS EXPLOTADOS POR LA MINERÍA AURÍFERA ALUVIAL: CLASIFICACIÓN POR EL SISTEMA SOIL TAXONOMY Y WRB

Velásquez, M^{1.}; Nazario, J.^{2.}; Guerrero, J.^{2.}; Bazan, R.^{2.}; Tello, L.^{2.}

1 Institución de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Proyecto Recuperación de Áreas Degradadas y Manejo Sistémico del Bosque, Jr. Ica N°1162 Puerto Maldonado - ONG Solidaridad South America

2 Departamento Académico de Suelos, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú

RESUMEN

En Madre de Dios, a pesar de ser considerada la “Capital de la Biodiversidad del Perú”, la extracción de su oro aluvial, su principal riqueza, ha implicado deforestación, pérdida de superficie de suelo y biodiversidad y posible contaminación. El estudio se realizó sobre un área explotada por la minería aurífera aluvial, ubicada sobre una terraza baja de depósitos aluviales y en un bosque húmedo sub tropical (Bh-s). El suelo impactado por la minería, a diferencia de las áreas no impactadas, se caracterizan por su menor fertilidad, capacidad de retener humedad y consistencia; presentan menor cantidad de potasio, fósforo y capacidad de intercambio catiónico; tienen textura más gruesa con pedregosidad extrema y drenaje excesivo. El clima y la vegetación durante el tiempo configuran un nuevo perfil del suelo. Así, mediante la clasificación del suelo con el sistema Soil Taxonomy (2014) y WRB (2014), el suelo no impactado fue clasificado como Entisols y Fluvisols respectivamente; mientras el suelo impactado fue clasificado como Entisols y Regosols respectivamente. Conocer la nueva configuración y clasificación del perfil de suelo permite mejorar propuestas que apunten a recuperar el ambiente y la fertilidad del suelo impactado. La investigación se realizó gracias al Proyecto Oro Justo de la ONG Solidaridad.

PALABRAS CLAVE: Oro, degradación, clasificación

INTRODUCCIÓN

El oro es uno de los metales más importantes en Perú. Al año 2013, aportó 4% al PBI nacional (World Gold Council, 2014) con un alto precio internacional igual a \$1,200\$/onz. La minería aurífera aluvial produjo el 17% de la producción total del país, del cual 70% provino de Madre de Dios (USGS, 2007). A pesar que esta región es considerada la “Capital de la Biodiversidad del Perú”, la extracción del oro a implicado la deforestación de sus bosques y pérdida de su biodiversidad, por ejemplo se han deforestado 50,000 ha en la zona de



amortiguamiento de la Reserva de Tambopata (SPDA, 2016), existe contaminación por mercurio y hay pérdida del suelo fértil con aproximadamente 1.3 t/ha/año de suelo superficial (PROMANU, 2009 citado por Gómez, 2013). El proceso general de explotación minera aurífera aluvial consiste en: extracción de sedimentos, lavado de sedimentos, recuperación de gravas auríferas, amalgamación, recuperación del mercurio y rehogado de la amalgama (Salinas, 2007). En lo particular, después de la deforestación en áreas naturales, con el empleo de bombas de succión o maquinaria pesada, se extraen sedimentos desde distintas profundidades, los cuales se emplean en la obtención de oro y son depositadas sobre la superficie. Durante este proceso, el suelo superficial inicial de textura fina se dispersa en los relaves mineros predominando suelos de textura gruesa, piedras y clastos. Sobre esta nueva condición, con el efecto de la intensa precipitación pluvial y eventuales inundaciones, crecen plantas pioneras y que en sucesión, conforme transcurre el tiempo, llegan a formar bosques secundarios. Se configura un nuevo perfil de suelo con características físicas y químicas particulares. Ello contribuiría a propuestas que apunten a mejorar el ambiente como la restauración ecológica, poniendo énfasis en la recuperación de la fertilidad del suelo impactado. Así, el objetivo de la investigación fue evaluar las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos impactados por la minería aurífera aluvial para su clasificación según el Sistema Soil Taxonomy (2015) y WRB (2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la concesión minera de la Sociedad Minera Fortuna Milagritos S.R.L. de la zona de Laberinto a 49 km de Puerto Maldonado. El área estudiada comprende 100 ha que incluye áreas impactadas y no impactadas. Se encuentra en un bosque húmedo sub tropical (Bh-s según Mapa ecológico del Perú 1:100 000), sobre depósitos aluviales recientes del cuaternario (Qh-al según el Mapa Geológico del Cuadrángulo Laberinto del INGEMMET 1:100 000), terrazas baja (según la Carta Nacional correspondiente a Inambari 1:100 000), sobre 202 msnm. Se evaluó 100 ha la cual incluyó 10 ha de potencial interés donde se realizó la actividad minera; esta se subdividió en sub áreas debido a que las áreas impactadas presentaban distinta vegetación y años después del último impacto, como se aprecia en el cuadro 1. Se evaluaron las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos impactados y no impactados por la actividad minera. Esta evaluación se basó en el Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos de Perú (D.S. N° 013-2010-AG) a un nivel de estudio semi detallado. En base a la zona de vida, geología, fisiografía y



pendiente, se identificó la consociación “Fortuna” con una sola unidad geomorfopedológica (bh-S/Qh-al/Tb/A) empleando el programa ArcGis versión 10.1.

Como se aprecia en la tabla 1, Se elaboraron 2 calicatas representativas pertenecientes al sub área natural no impactada (N1 y N2), además se incluyeron 2 calicatas en sub áreas ya impactadas con purma o bosque secundario (T1, T2). En el laboratorio fueron analizados el pH en la relación suelo/agua de 1/1, C.E. en el extracto acuoso, Materia orgánica mediante Walkley y Black, P disponible mediante Bray, K disponible mediante el extracto con Acetato de amonio, textura mediante el método de Bouyucos, CIC mediante la saturación con Acetato de amonio a pH7, cationes intercambiables y Al e H mediante el Yuan.

Tabla 1: Tipo de área y subárea

Sub área	Vegetación	Sub área	Perfil de suelo
No impactada (N)	Bosque primario	Natural no impactada	Perfil N1 Perfil N2
Impactado hace un tiempo (T)	Bosque secundario o purma	Impactada hace 6-7 años Impactada hace 7-8 años	Perfil T1 Perfil T2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestra la descripción por el sistema Soil Taxonomy (2014) y WRB (2014) de perfiles de suelos impactados y no impactados por la minería aurífera aluvial en la comunidad de Fortuna de Madre de Dios en Perú. Las características físicas y químicas de los suelos evaluados se muestran en la tabla 2.

Perfil N1

Distrito de laberinto, comunidad de Fortuna, altitud 208 msnm y material parental aluvial reciente. Es un perfil que pertenece a suelos no impactados. **A**- 0 a 7 cm - , 2.5Y 5/4 (seco), granular, arcillo limoso, con raíces muy finas, clara transición, 0% de pedregosidad superficial ; **AC**-7 a 40 cm-, 2.5Y 6/4 (seco), granular, arcillo limoso, con raíces finas, transición difusa, 0% de fragmentos rocosos; **C1** - 40 a 68 cm - , 2.5Y 6/4 (seco), 10% moteado (2.5Y 4/4), masivo, franco, con raíces de tamaño medio, transición difusa, 0% de fragmentos rocosos; **C2**—más de 68 cm- , 2.5Y 6/4 (seco), 30% moteado (2.5Y 4/4), masivo, franco, con raíces de tamaño medio, 0% de fragmentos rocosos. El suelo presenta un material madre aluvial, caracterizado por una permeabilidad moderadamente lenta, drenaje moderado, pendientes menores a 2%, erosión ligera, con presencia de moteado y napa freática a 0.68m de profundidad. Sus características químicas están dadas por una fuerte y



muy reacción acida, sin problemas de sales y carbonatos. Los niveles de materia orgánica y potasio son bajos a medios (mayores a las áreas impactadas); la capacidad de intercambio catiónico efectiva es baja a media (mayor a las áreas impactadas); el nivel de fósforo es alto (mayor a las áreas impactadas). La clasificación del suelo es Aquic Udifluvents y Dystric Gleyic Anofluvic Fluvisols (Clayic, Ochric) según el sistema Soil taxonomy y WRB.

Perfil N2

Distrito de laberinto, comunidad de Fortuna, altitud 208 msnm y material parental aluvial reciente. Es un perfil que pertenece a suelos no impactados. **A** - 0 a 10 cm -, 2.5Y 5/4 (seco), granular, franco arcillo limoso, con raíces muy finas, transición gradual, 0% de pedregosidad superficial; **AC** - 10 a 21 cm -, 2.5Y 6/4 (seco), granular, arcillo limoso, con raíces finas, transición gradual, 0% de fragmentos rocosos; **C1** - 21 a 42 cm -, 2.5Y 6/4 (seco), masivo, franco arcillo limoso, con raíces medias, transición gradual, 0% de fragmentos rocosos; **C2** – 42 a 65 cm -, 2.5Y 6/4 (seco), masivo, arcillo limoso, con raíces gruesas, límite gradua, 0% de fragmentos rocosos; **2C3** – más de 65 cm- , 2.5Y 6/4 (seco), masivo, arcillo limoso, sin raíces. El suelo presenta un material madre aluvial, caracterizado por una permeabilidad moderadamente lenta, drenaje moderado, pendientes menores a 2%, erosión ligera, pedregosidad ligera y con napa freática a 0.75m de profundidad. Sus características químicas están dadas por una fuerte reacción ácida, sin problemas de sales y carbonatos; los niveles de materia orgánica y potasio son bajos a medio (mayor a las áreas impactadas); la capacidad de intercambio catiónico efectiva es media (mayor a las áreas impactadas); el nivel de fósforo es alto (mayor a las áreas impactadas), La textura del suelo es moderadamente fina. La clasificación del suelo es Aquic Udifluvents y Dystric Gleyic Anofluvic Fluvisols (Clayic, Ochric) según el sistema Soil taxonomy y WRB.

Perfil T1

Distrito de laberinto, comunidad de Fortuna (suelo degradado por la minería aurífera aluvial), altitud 199 msnm y material parental aluvial reciente. Es un perfil que pertenece a suelos impactados de 6 a 7 años, caracterizados por tener vegetación arbórea. **A** - 0 a 10 cm -, 2.5Y 5/3 (seco), granular, arenoso, con raíces finas, transición gradual, 10% de pedregosidad superficial; **C1** - 10 a 25 cm -, 2.5Y 5/3 (seco), grano simple, arenoso, con raíces finas, transición difusa, 30% de fragmentos rocosos; **C2** - 25 a 42 cm -, 2.5Y 5/3 (seco), grano simple, arenoso, sin raíces, transición difusa, 10% de fragmentos rocosos; **2C3** – más de 42 cm -, 2.5Y 5/4 (seco), grano simple, arenoso, sin raíces, 50% de fragmentos rocosos. El suelo presenta un material madre aluvial, caracterizado por una permeabilidad rápida, drenaje excesivo, pendientes menores a 2%, erosión ligera,



pedregosidad extrema y con presencia de napa freática a 1.5 m de profundidad. Sus características químicas están dadas por una fuerte y muy fuerte reacción ácida, sin problemas de sales y el contenido nulo de carbonatos; los niveles de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico efectivo y potasio son bajos; el nivel de fósforo es alto. La clasificación del suelo es Anthroportic Udorthents y Dystric Protic Regosols (Arenic, Ochric, Relocatic) según el sistema Soil taxonomy y WRB.

Perfil T2

Distrito de laberinto, comunidad de Fortuna (suelo degradado por la minería aurífera aluvial), altitud 197 msnm y material parental aluvial reciente. Es un perfil que pertenece a suelos impactados de 7 a 8 años caracterizados por tener vegetación arbórea. **A** - 0 a 7 cm -, 2.5Y 5/4 (seco), sin moteado, granular, franco arcillo arenoso, con raíces muy finas, transición clara, 5 % de pedregosidad superficial; **C1** - 7 a 40 cm -, 2.5Y 5/3 (seco), grano simple, arenoso, con raíces muy finas, transición difusa, 0% de fragmentos rocosos; **C2** - 40 a 48 cm -, 2.5Y 6/4 (seco), 35% de moteado (2.5Y 4/4), grano simple, franco, con raíces finas, transición difusa, 0% de fragmentos rocosos; **C3** – 48 a 77 cm -, 2.5Y 5/6 (seco), 60% de moteado (2.5Y 5/6), grano simple, arenoso, sin raíces, transición difusa, 0% de fragmentos rocosos; **C4** – 48 a 77 cm -, 2.5Y 5/4 (seco), 80% de moteado (2.5Y 5/4), grano simple, arena franca, sin raíces, 0% de fragmentos rocosos. El suelo presenta un material madre aluvial, caracterizado por una permeabilidad rápida, drenaje excesivo, pendientes menores a 2%, erosión ligera, pedregosidad extrema y con presencia de napa freática a 1.5 m de profundidad. Sus características químicas están dadas por una extrema y muy fuerte reacción ácida, sin problemas de sales y carbonatos; los niveles de materia orgánica (mayor a T1 en la superficie) y potasio (mayor a T1) son bajos; la capacidad de intercambio catiónico efectivo es muy baja a baja; el nivel de fósforo es alto (mayor a T1). La clasificación del suelo es Anthroportic Udorthents y Dystric Protic Gleyic Regosols (Arenic, Ochric, Relocatic) según el sistema Soil taxonomy y WRB.

CONCLUSIÓN

La clasificación del suelo en áreas explotadas por la minería aurífera aluvial permitió identificar sus importantes impactos como es la pérdida de superficie y alteración de sus características físicas y químicas; sin embargo, el tiempo, el clima y la vegetación configuran un nuevo perfil del suelo. La clasificación mediante el sistema Soil taxonomy y WRB fue en suelos no impactados Aquic Udifluvents y Dystric Gleyic Anofluvic Fluvisols (Clayic, Ochric) para el perfil N1, y Aquic Udifluvents y Dystric Gleyic Anofluvic Fluvisols (Clayic, Ochric)



para el perfil N2. En suelos impactados su clasificación fue Anthroptic Udorthents y Dystric Protic Regosols (Arenic, Ochric, Relocatic) para el perfil T1 y Anthroptic Udorthents y Dystric Protic Gleyic Regosols (Arenic, Ochric, Relocatic) para el perfil T2. Los perfiles de suelos en las áreas impactadas a comparación de las áreas no impactadas se caracterizan por su menor fertilidad y capacidad de retener humedad, con menor consistencia; presentan menor cantidad de potasio, fósforo y capacidad de intercambio catiónico; tienen textura más gruesa con pedregosidad extrema y drenaje excesivo. Conocer la nueva configuración del perfil de suelo y su correspondiente clasificación permite mejorar propuestas que apunten a recuperar la fertilidad del suelo y recuperar el ambiente impactado por la minería aurífera aluvial.

BIBLIOGRAFÍA

- Food and Agriculture Organization (FAO). 2015. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo 2014. Roma, Italia.
- Gómez, C. 2013. Evaluación de escenarios alternativos en sistema social ecológico afectado por la minería aluvial en Madre de Dios. Tesis Mg. Sc Ecología Aplicada. UNALM. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura (MINAG, Pe). 2019. Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG). Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura (MINAG, Pe). 2010. Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos (D.S. N° 013-2010-AG). Lima, Perú.
- Palacios O; Molina O; Galloso A y Reyna C. 1996. Geología de los cuadrángulos de Puerto Luz, Colorado, Laberinto, Puerto Maldonado, Quincemial, Masuco, Atilero y Tambopata. Carta Geológica Nacional Boletín N°81. INGEMMET. Lima, Perú.
- Salinas, M. 2007. Impactos económicos y ambientales de la pequeña minería artesanal en el departamento de Madre de Dios. Tesis Lic. Econ. UNALM. Lima, Perú.
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA) 2016. Minería y Fiebre de Oro. Madre de Dios. Consultado 16/10/2016 a 20:16. Disponible en <http://www.actualidadambiental.pe/fiebreddd/>.
- Soil Survey Staff. 2014. Claves para la taxonomía de suelos. USD Natural Resources Conservation Service. Washington, United States of America.
- United States Geological Survey (USGS, USA). 2007. Peru Mercury Intentry 2006. Open File Report 2007, US Dept. of Interior. United States of America.
- World Gold Council. 2014. Responsible gold mining and value distribution.