



CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Volumen IV- N° 12 Noviembre 2020

<http://www.ctscafe.pe>

Lima - Perú

Fertilidad natural del suelo en plantaciones forestales y en agroecosistema degradado en selva central Oxapampa Pasco



Lic. Benito Filemón Buendía Quispe
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Correo Electrónico: bbuendiaq@gmail.com



Lic. Luis Buenaventura Eche Sánchez
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Correo Electrónico: luisechesanchez@gmail.com



Lic. Otto Mendiolaza Zuñiga
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Correo Electrónico: mezzuo.omz@gmail.com



Dr. Guillermo Gamarra Astuhuaman
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Correo Electrónico: gmogamarra@gmail.com



Lic. Jaime Rafael Saravia Ramos
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Correo Electrónico: jrsaraviar@gmail.com

Lic. Claudia Yisela Riega Barrera
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Correo Electrónico: clariba2@hotmail.com

19

Resumen: El estudio fue desarrollado en la provincia de Oxapampa región Pasco, tuvo como finalidad de determinar la fertilidad de suelo en plantaciones forestales y en agroecosistema degradado en la selva central de Oxapampa, Pasco. El tipo de investigación fue descriptiva, diseño no experimental, la población estuvo constituida por todos los suelos de la provincia, el tamaño de muestra estuvo representada por diez puntos donde se muestreó el suelo de los sectores considerados. Se preparó 10 calicatas (5 en cada sector), se extrajo muestras de suelos a profundidades de 0 a 20 cm y de 21 a 60 cm, las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados en cuanto a la variable fertilidad natural han encontrado que en los suelos bajo plantación de eucaliptos es ligeramente mejor que en el resto de los suelos con un grado medio, lo que permite aseverar que, la biomasa producida por las especies introducidas en el proceso de reforestación tiene un bajo porcentaje de mineralización que impide su incorporación a los suelos. Se concluye que la fertilidad natural de los suelos han permitido clasificarlos como suelos pobres en el caso del agroecosistema degradado, bosque secundario, bosque de cipreses y bosques de eucaliptos y solamente los suelos con bosque de eucaliptos son de mediana fertilidad natural

Palabras claves: Plantaciones forestales/ Fertilidad natural/ Suelo.

Abstract: The study was developed in the province of Oxapampa, Pasco region, its purpose was to determine soil fertility in forest plantations and in degraded agroecosystems in the central forest of Oxapampa Pasco. The type of research was descriptive, non-experimental design, the population consisted of all the soils of the province, the sample size was represented by ten points where the soil of the sectors considered was sampled. 10 pits were prepared (5 in each sector), soil samples were extracted at depths of 0 to 20 cm and from 21 to 60 cm, the samples were analyzed in the Soil Laboratory of the La Molina National Agrarian University. The results regarding the natural fertility variable have been found that in the soils under eucalyptus plantations it is slightly better than in the rest of the soils with a medium degree, which allows to assert that the biomass produced by the species introduced in the reforestation process has a low percentage of mineralization that prevents its incorporation into the soils. It is concluded that the natural fertility of the soils has allowed them to be classified as poor soils in the case of degraded agroecosystem, secondary forest, cypress forest and eucalyptus forests and only the soils with eucalyptus forest are of medium natural fertility.

Keywords: Forest plantations/ Natural fertility/ Soil

20

Résumé : L'étude a été développée dans la province d'Oxapampa, région de Pasco, son but était de déterminer la fertilité des sols dans les plantations forestières et dans les agroécosystèmes dégradés de la forêt centrale d'Oxapampa, Pasco. Le type de recherche était descriptif, non expérimental, la population était constituée de tous les sols de la province, la taille de l'échantillon était représentée par dix points où le sol des secteurs considérés était échantillonné. 10 fosses ont été préparées (5 dans chaque secteur), des échantillons de sol ont été extraits à des profondeurs de 0 à 20 cm et de 21 à 60 cm, les échantillons ont été analysés au laboratoire des sols de l'Université nationale agraire de La Molina. Les résultats concernant la variable de fertilité naturelle ont montré que dans les sols sous plantations d'eucalyptus, il est légèrement meilleur que dans le reste des sols avec un degré moyen, ce qui permet d'affirmer que la biomasse produite par les espèces introduites dans le processus de reboisement a un faible pourcentage de minéralisation qui empêche son incorporation dans les sols. On en conclut que la fertilité naturelle des sols leur a permis d'être classés comme sols pauvres dans le cas de l'agroécosystème dégradé, de la forêt secondaire, de la forêt de cyprès et des forêts d'eucalyptus et seuls les sols avec forêt d'eucalyptus sont de fertilité naturelle moyenne.

Mots-clés: Plantations forestières / Fertilité naturelle / Sol.

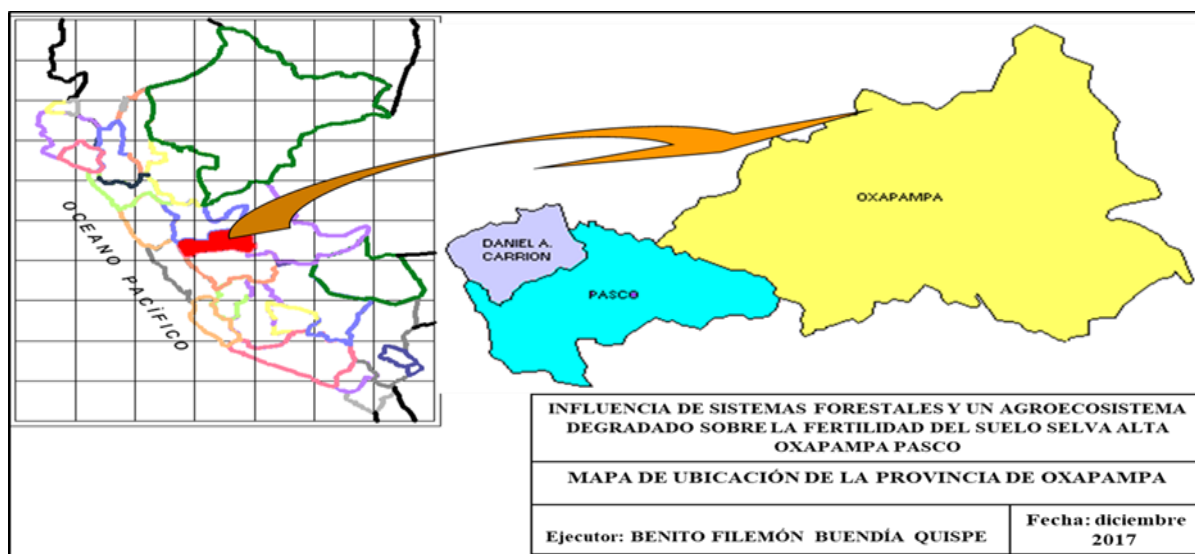
1. Introducción

En Oxapampa el consumo masivo de las especies forestales no planificado desde muchos años atrás ha generado un desequilibrio ambiental y al mismo tiempo el deterioro de muchos ecosistemas naturales, esto ha influenciado notablemente al sistema edáfico, las especies nativas de gran valor maderera se han extinguido. Sin embargo, mediante una recuperación natural muchas áreas por el paso de los años se han convertido en bosques secundarios, otras han sido reforestadas con especies exóticas por instituciones públicas y privadas. Otros espacios de tierras fueron destinadas a la producción agrícola intensiva, algunas de ellas después de ser utilizadas quedaron degradadas y que en la actualidad se observan dichos campos con crecimiento de especies herbáceas, arbustivas, arbóreas (sin relevancia maderera). Las condiciones climáticas de esta parte del país, el tipo de relieve que tienen pendientes medios a pronunciados son factores que contribuyeron a la erosión hídrica agravando las pérdidas de los minerales que son nutrientes elementales para las plantas; tales como el N, P, Ca, K, Mg, entre otros, los daños se aceleraron debido al uso del suelo tanto en agricultura convencional como en el sobre pastoreo de una ganadería mal manejada trayendo como consecuencia la baja fertilidad de los suelos (Cañas et al., 2020).

Las áreas con vegetación poco relevantes que quedaron después de una extracción de árboles, estas ya no albergan la fauna y flora silvestre en su magnitud anterior, sufrieron alteración en su formación natural los recursos, no tuvieron en cuenta su conservación; sin embargo, el principal factor que determina y restringe actualmente los patrones de distribución, abundancia y selección de hábitat de las especies es la transformación de los ecosistemas naturales (Martínez-Ortiz et al., 2018). El ciclo hídrico también se ve afectado por la alteración climática que se observa en el valle de Oxapampa, por el uso irracional de los recursos vegetales es común ver la tala continua y quema para hacer agricultura convencional; pero aun así estos bosques secundarios siguen siendo la única y valiosa defensa de la biodiversidad seres que todavía sobreviven, a pesar de la imprudencia causadas por el hombre, también los cambios de uso de la tierra por parte del sector agropecuario está generando perdida irreparable de la fertilidad natural de los suelos, los antecedentes que se registran demuestran que el sistema convencional con frecuentes movimientos de tierra y el uso de insumos artificiales altera las condiciones físicas notablemente (Noguera et al., 2018)

En la actualidad existen muchas áreas reforestadas con especies exóticas como cipreses, pinos y eucaliptos que han sido introducidas por varias instituciones y personas naturales, con el propósito de restablecer las áreas deforestadas, pero es significativo mencionar que para la población es prioridad la necesidad de reforestar con especies nativas. Se debe tener en cuenta que el proceso de recuperación de los ecosistemas es muy lento, peor aún con las plantaciones de especies exóticas que se introdujo, en consecuencia la probabilidad de aumentar la fauna y flora silvestres es menor, así como la recuperación de los suelos es lenta por escorrentía continuos debido a la topografía del relieve y a las precipitaciones altas, poca acumulación de materia orgánica y humedad lo que perjudica la adición y estabilidad de la fertilidad natural. Sumados a esto la contaminación ambiental provocada por la actividad agrícola, causa daños excesivos en el medio ambiente realizados por el ser humano, lo cual repercute en sus recursos naturales del suelo, agua y aire, bosques, y biodiversidad. Armijos y Serafín (2016). Con el estudio realizado se logró establecer como se encuentran actualmente la fertilidad natural de los suelos bajo los sistemas de plantaciones forestales analizadas y los agroecosistemas utilizados en la actividad agropecuaria.

Figura N°1: Mapa de ubicación de la provincia de Oxapampa – Pasco



Fuente: Buendía (2017)

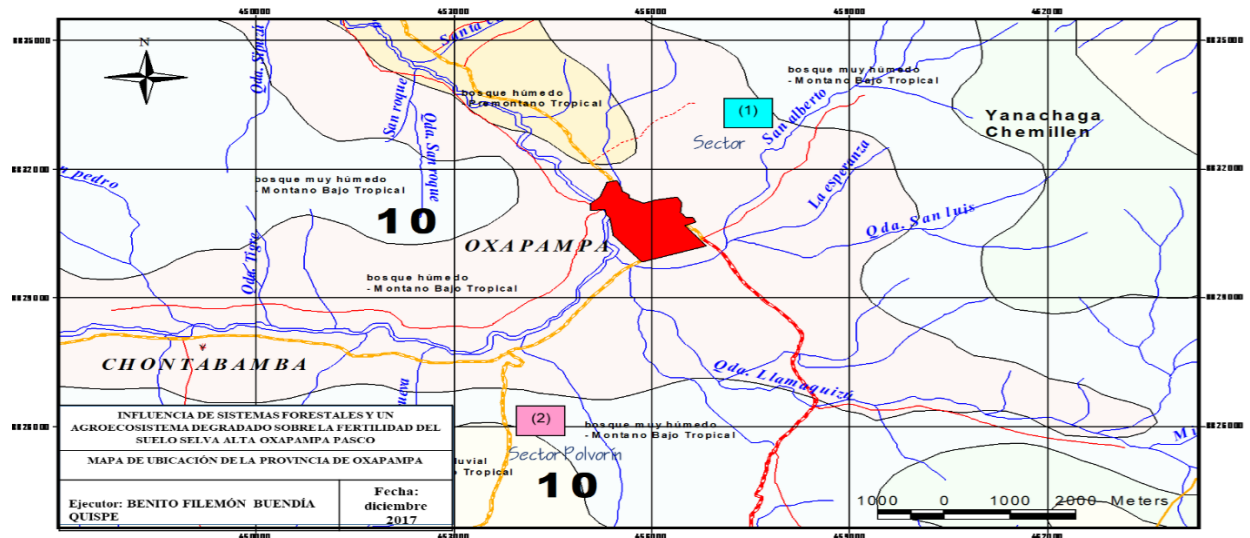
2. Material y métodos

Lugar:

22

Fueron estudiados en 02 sectores: San Alberto (distrito de Oxapampa) y el Polvorín (distrito de Chontabamba) ambos de la provincia de Oxapampa la cual se ubica geográficamente en la parte centro oriental de la región Pasco. Gran parte es selva alta (que es o como se define) y se encuentra ubicado en la zona de vida del bosque húmedo Premontaña Tropical (bh-PT), que se localiza desde 1800 – 2200 msnm, con una T° promedio de 17 °C y con una precipitación promedio anual de 1500 - 2000 mm. La fisiografía: presenta llanuras aluviales angostas a lo largo de los ríos, montañas, laderas, terrazas intermedias, zonas empinadas y escarpadas, además se muestran quebradas, riachuelos con limitaciones en drenaje.

Figura N° 2: Mapa de ubicación de los sectores de San Alberto (Oxapampa) y Polvorín (Chontabamba)



Fuente: Buendía (2017)

Material cartográfico:

Se utilizó la carta nacional a escala 1:100,000, mapa topográfico de la Provincia de Oxapampa a escala 1:50,000 y mapa ecológico del Perú a escala 1:100,000.

Material de campo:

Mapa base de Oxapampa, GPS marca Carmín, Brújula, tarjetas de observación edáfica, ácido clorhídrico, agua destilada, bolsas de polietileno, potenciómetro manual y herramientas de campo; pico, pala, barreno, machetes, tijeras de podar, regla graduada, libreta de campo, cámara fotográfica, botas de Jebe y ponchos.

Población:

La población estuvo constituida por todos los suelos con plantaciones de pino, ciprés, eucalipto, bosque secundario y los agroecosistemas degradados de los distritos de Oxapampa y Chontabamba.

Muestra:

TablaN°1: Los sistemas de plantaciones forestales, bosque secundario y un agroecosistema degradado, puntos de muestreo del suelo según códigos de las calicatas

Sistema de producción	Punto de muestreo (calicata) distrito de Oxapampa	Punto de muestreo (calicata) distrito de Chontabamba
Agroecosistemas degradado	AD1	AD2
Bosque secundario	BS1	BS2
Bosque de cipreses	C1	C2
Bosque de eucaliptos	E1	E2
Bosque de pinos	P1	P2

Fuente: Elaboración propia

Tipo de investigación: Descriptiva y explicativa.

Diseño de la investigación: No experimental.

La determinación de los niveles de fertilidad, la determinación de las clases y subclases de fertilidad natural de los suelos en estudio fue de acuerdo al Método para la Clasificación de los Suelos según su Fertilidad-capacidad propuesto por Buol et al., 1985 y del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (Field Book for Describing and Sampling soils. Natural Resources Conservation Service. Nebraska, USA) propuesto Schoeneberger et al., 1988, los mismos que consideran los siguientes aspectos:

24

Metodología:

- 1. Tipo de suelo:** Se refiere a la textura promedio de la capa superficial en los 20 cm superiores (8 pulgadas) cualquiera que sea menor. S: Capas arables arenosas, arenas y arenas francas según el **Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)**. L: Capas francas, menor de 35% de arcilla, pero no arena ni arena franca. C: Capas arcillosas, mayor de 35% de arcilla. O: Suelo orgánico, mayor de 30% de materia orgánica hasta una profundidad de 50 cm o más (Buol et al., 1985).
- 2. Tipo de sustrato:** S: Subsuelo arenoso, textura como la del tipo de suelo. L: Subsuelo franco, textura como la del tipo de suelo. C: Subsuelo arcilloso, textura como la del tipo de suelo. R: Roca y otra capa dura que restringe la penetración radicular (Buol et al., 1985).
- 3. Modificadores – condicionadores:** En la capa superficial correspondientes a los 20 cm superiores (8 pulgadas) o cualquiera sea menor, a menos que se especifique lo contrario. **Gley (g)**, moteaduras con cromas menor o igual a 2 dentro de los 60 cm superficiales y debajo de todos los horizontes. A, o saturado con agua por más de 60 días en la mayoría de años. **Seco (d)**, ambiente ustic o xeric, seco por más de 60 días consecutivos por año dentro los 20 – 60 cm de profundidad. CIC baja (e), menos de 4 cmol.kg⁻¹ de suelo por suma de bases más aluminio no tamponado: menos de 7 cmol.kg⁻¹ por suma de cationes a pH 7,

menos de 10 cmol.kg^{-1} de suelo por suma de cationes más Al e H. **Tóxico (a)**, Más de 60% de saturación de Al de la CIC y Al no tamponado dentro los 50 cm: más del 67 % de saturación de Al de la CIC por la suma de cationes a pH 7, o dentro de los 50 cm, más del 86% de saturación de Al de la CIC por suma de cationes a pH 8.2 dentro los 50 cm o pH menor de 5.0, excepto en suelos orgánicos. **Acido (h)**, 10-60% de saturación de aluminio de la CIC por suma de bases y aluminio no tamponado dentro de los 50 cm superiores o pH entre 5 y 6. **Fijación de Fe-P (i)** Porcentaje mayor de 0.2 de Fe_2O_2 o arcilla libre o tinte más rojo que 5YR y con estructura granular. **Amorfo rayos X (x)** con pH menor en NaF 1N o prueba positiva de NaF de campo u otras evidencias indirectas de dominancia de alófana en la fracción de arcilla. **Vertisol (v)** arcilla plástica muy pegajosa con más de 35% de arcilla o más de 50% de arcillas expandibles 2:1 con coeficiente de expansión linear mayor de 0.09, contracción e hinchamiento severo en la capa superficial. **Deficiencia de potasio (k)**, menos de 10% de minerales meteorizados en la fracción limo y arena dentro los 50 cm superiores o K^+ menos de $0,20 \text{ cmol.kg}^{-1}$ o K menor de 2% de bases si la suma es menor de 10 cmol.kg^{-1} de suelo. **Carbonatos (b)** CaCO_3 libre dentro de los 50 cm superiores (efervescencia con HCl o pH mayor de 7.3. **Salinidad (s)** más de 4 dS.m^{-1} del extracto saturado a 25°C dentro de 1 m de profundidad. **Sódico (n)** más de 15% de saturación de sodio dentro los 50 cm superiores. **Cat clay (c)** pH en relación suelo – agua menor de 3.5, después de secarse, manchas de jarosita con tinte 2.5Y o más amarillo y chroma de 6.0 dentro los 60 cm (Buol et al., 1985).

4. Niveles del fósforo y materia orgánica:

25

Tabla N° 2: Materia orgánica y fósforo disponible

Clases	Materia orgánica.	Fósforo	Nitrógeno total	Potasio disponible	Criterio
	g.kg^{-1}	mg.kg^{-1}	g.kg^{-1}	mg.kg^{-1}	
1	Menor de 20.0	0.0 a 6.0	0,0 a 1,0	Menor de 100	Bajo
2	20.0 a 40.0	6.0 a 14.0	1,0 a 2,0	100 a 240	Medio
3	Mayor de 40.0	Mayor de 14.0	Mayor de 2,0	Mayor de 240	Alto

Fuente: Schoeneberger et al.(1988)

Tabla N° 3. Profundidad del suelo

Clase	Profundidad (cm)	Definición
A1	0-20	Tipo de capa arable
A2	20-60	Tipo de sustrato

Fuente: Schoeneberger, et al. (1 998), Munive (1 998) y Azabache (1 987),

5. **Niveles críticos:** Los resultados de análisis del suelo se correlacionan con la respuesta de las plantas a la aplicación de los fertilizantes. Estos son clasificados en tres grupos: **BAJO:** Cuando existe una alta probabilidad de obtener una respuesta ventajosa a la aplicación del fertilizante conteniendo el elemento en cuestión. **MEDIO:** Está entre las clases baja y alta comprendiendo la zona de transición. **ALTA:** Designa a los suelos en los que es baja la probabilidad de obtener respuesta significativa ante la adición de nutrientes (Buol et al., 1985).

3. Resultados

Evaluación de la fertilidad de los suelos

Tabla N°4: Clasificación de la fertilidad natural de los suelos de San Alberto – Oxapampa

Subclase de fertilidad	Calicata	Descripción	Grado fertilidad
LLdh	AD1, C1	Capa superficial y subsuelo franco, seco en más de 60 días al año, ácido. Además, pobre en materia orgánica, fósforo y potasio.	Bajo
LRdh	BS1	Capa superficial franca y subsuelo rocoso, seco en más de 60 días al año, ácido. Con contenido medio en materia orgánica, fósforo y potasio.	Bajo
LLdhk	P1	Capa superficial y substrato francos, seco en más de 60 días al año, ácido, bajo contenido de k intercambiable. Medio en materia orgánica, bajo en fósforo y potasio disponibles.	Bajo
LLdahk	E1	Capa superficial y substrato francos, seco en más de 60 días al año, ácido, presencia de aluminio tóxico, bajo contenido de k intercambiable. Alto en materia orgánica y contenido medio de fósforo y potasio.	Medio

Fuente: Elaboración propia

26

En la Tabla 4 se describe la fertilidad de los suelos de cada calicata elaborado y muestreado para el estudio, cuya clave de las subclases de fertilidad provienen según la metodología descrita por Buol et al., 1985, las mismas que están en relación a las características determinadas de los suelos de manera que permitió evaluar y determinar el grado de fertilidad de cada muestra de suelos analizados en los laboratorios de la UNA la Molina -Lima, donde la información cualitativa ordinal respecto al sector de San Alberto, Oxapampa evidencian el estado en que se encuentra el sub sistema suelo del agroecosistema degradado (AD1), el sistema forestal con cipreses (C1), el sistema forestal bosque secundario (BS1), el sistema forestal con pinos (P1) resultaron tener un grado de fertilidad natural de bajo, excepto el sistema forestal de eucaliptos (E1) que expresó tener una fertilidad natural de medio. (Ver anexo).

Foto N°1: Calicata del agroecosistema degradado AD1 Calicata del bosque secundario BS1 y en plantaciones de cipreses (*Cupressus sempervirens*) C1



Fuente: Buendía et al. (2017).

Foto N°2: Calicata en plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) E1 y en plantaciones de Pino (*Pinus tecunumanii*) P1



Fuente: Buendía et al. (2017).

Tabla N°5: Clasificación de la fertilidad natural de los suelos de Polvorín – Chontabamba

Subclase de fertilidad	Calicata	Descripción	Grado fertilidad
LLdahk	AD2	Capa superficial y substrato francos, seco en más de 60 días al año, ácida, presencia de aluminio tóxico, bajo contenido de k intercambiable. De medio al alto contenido de materia orgánica, medio en fósforo disponible y bajo en potasio disponible.	Bajo
LLdhk	BS2, P2	Capa superficial y substrato francos, seco en más de 60 días al año, ácido, presencia de aluminio tóxico, bajo contenido de k intercambiable. Contenido medio de materia orgánica y de fósforo y bajo en potasio disponible.	Bajo
LLd	C2	Capa superficial y substrato francos. Seco en más de 60 días al año. Contenido medio en materia orgánica, potasio disponible y bajo en fósforo disponible.	Bajo
LLdh	E2	Capa superficial y subsuelo franco, seco en más de 60 días al año, ácido. Alto contenido de materia orgánica y fósforo, contenido medio de potasio.	Medio

Fuente: Buendía et al. (2017)

28

En la Tabla 5 se describe la fertilidad del suelo de cada calicata realizada y muestreada para cada estudio, cuya clave de las subclases de fertilidad provienen según la metodología de Buol et al., 1985, las mismas que están en relación a las características determinadas del suelo de manera que permitió evaluar y determinar el grado de fertilidad de cada muestra de suelos analizados en los laboratorios de la UNA la Molina, donde la información cualitativa ordinal respecto al sector de Polvorín, Chontabamba, evidenciaron el estado en que se encuentran el sub sistema suelo del agroecosistema degradado (AD2), el sistema forestal bosque secundario (BS2), el sistema forestal con pinos (P2), el sistema forestal con cipreses (C2) resultaron tener un grado de fertilidad natural bajo, excepto el sistema forestal de eucaliptos (E2) que expresa tener una fertilidad natural de medio. (Ver anexo)

Foto N°3. Calicata del agroecosistema degradado AD2 Calicata del bosque secundario BS2 y en plantaciones de cipreses (*Cupressus sempervirens*) C2



Fuente: Buendía et al. (2017).

Foto N°4: Calicata en plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) E2 y en plantaciones de Pino (*Pinus tecunumanii*) P2



Fuente: Buendía et al. (2017).

4. Discusión

1. Agroecosistemas degradados (AD):

En cuanto a los agroecosistemas degradados en el caso del sector de San Alberto Tabla 3 se ha encontrado que los suelos AD1 se encuentran en un intenso proceso de erosión y con una cobertura vegetal muy escasa, razón por la cual estos suelos son pobres en su contenido de materia orgánica, así como de fósforo y potasio disponible. Estos suelos están agrupados en la subclase LLdh que tienen un muy bajo grado de fertilidad natural. Al respecto se debe mencionar que es importante el proceso de restauración de los ecosistemas degradados mediante el establecimiento de plantaciones forestales autóctonas y/o exóticas (Zhang & Stanturf, 2008). En el caso del sector de El Polvorín Tabla 4 los suelos AD2 están mejor protegidos por una capa vegetal con mayor diversidad de especies y con un desarrollo más notorio que van hacia la formación de un bosque secundario y que muy a pesar de tener riesgos de toxicidad del aluminio, bajo contenido de potasio intercambiable (K^+) que es menor a $0,20 \text{ cmol.kg}^{-1}$, tienen un mayor contenido de materia orgánica de P y K disponibles, lo que indica que potencialmente estos suelos son de mejor condición que los suelos del AD1, haciendo evidente que el tipo de vegetación es determinante de las condiciones en que se encuentran los suelos en estudio. Estos suelos están agrupados en la subclase LLdahk y su grado de fertilidad que es también bajo. Contribuye el indicar que la deforestación y la degradación de los suelos tiene impactos negativos directos en la protección de cuencas hidrográficas (Ngaga, 2011).

2. Suelos de bosque secundario (BS):

En el caso de los suelos de San Alberto Tabla 3 muy a pesar de haberse determinado que éstos son suelos muy ácidos, tanto el contenido de materia orgánica así como la disponibilidad de fósforo y de potasio los mejoran significativamente llegando a los niveles medios de disponibilidad. La subclase que agrupa a estos suelos es LRdh con un grado de fertilidad bajo como se demostró. Al respecto, basado en un estudio de sustitución de bosques naturales degradados con plantaciones forestales en Irán han demostrado que los árboles de hoja ancha aumentan los rendimientos de nutrientes para que restauren la fertilidad del suelo en bosques degradados (Haghdoust et al., 2012).

Algo similar sucede en los suelos de El Polvorín Tabla 4 que a pesar de tener un alto contenido de Al+H que causa toxicidad tanto del Al y el Mg, tiene un mejor contenido de materia orgánica y de P los cuales llegan a un nivel medio pero no sucede con el K disponible que está en un nivel bajo. Estos suelos están agrupados en la subclase LLdhk, también con un grado de fertilidad bajo. Estos resultados permiten asumir que en cierto modo la presencia de una mayor variabilidad de especies vegetales con un desarrollo mucho más significativo se produce una mayor biomasa vegetal favoreciendo a que los suelos mejoren en su fertilidad natural. También se sugiere que en suelos de plantaciones mixtas tienen la misma relevancia comparados con los de bosque secundario (Awotoye et al., 2011).

3. Suelos de plantaciones de cipreses (*Cupressus sempervirens*) (C):

En la zona de San Alberto Tabla 3 en los suelos bajo bosque de cipreses, no se han encontrado diferencias con relación a los suelos del agroecosistema degradado, quizá esta similitud se debe a que el aporte de biomasa producida por esta especie es baja y que además el proceso de descomposición de los restos vegetales se da en un nivel menor debido a otros factores como la excesiva pendiente y la ausencia de una humedad adecuada que favorezca la mineralización de la materia orgánica. Estos suelos corresponden a la subclase LLdh con un grado bajo de fertilidad natural. Al respecto menciona que la biodiversidad contribuye mejor a la fertilidad de las tierras agrícolas (Agrawal, 2013). En los suelos de la zona de El Polvorín, Tabla 4 lo único que mejoró es el contenido de materia orgánica y de potasio disponible, pero sigue bajo el contenido de fósforo disponible, esto quiere decir que la materia orgánica no está siendo descompuesta debido a que la hojarasca del ciprés es difícilmente mineralizable, sobre todo cuando la humedad no está en un porcentaje adecuado. La subclase que agrupa a estos suelos es LLd y su grado de fertilidad es bajo. Corroborar en el contexto al mencionar que es importante la acumulación de la materia orgánica porque le da más estabilidad al suelo básicamente en su propiedad biológica comparada con las de bosque natural (Wang et al., 2015).

4. Suelos de plantaciones de pino (*Pinus tecunumanii*) (P):

En los suelos bajo bosque de pinos de San Alberto, Tabla 3, se ha encontrado que éstos tienen problemas de acidez y de baja concentración de K⁺, pero sin embargo, el contenido de materia orgánica está en un nivel medio y sigue siendo bajo para el P y el K disponibles. Al respecto, se atribuye al impacto positivo de la reforestación en relación a los índices de fertilidad del suelo en contenido del K disponible y Ca en plantación de pinos (Rafeie et al., 2014). Mientras que en los suelos del sector de El Polvorín, Tabla 4 que tienen un alto porcentaje de Al tóxico y bajo contenido de K⁺, el contenido de materia orgánica y de P es medio y bajo en K disponible. Valora al mencionar que la descomposición de los nutrientes que penetran al suelo mejoran sus propiedades físicas, químicas y biológicas es por ello que los bosques juegan un papel preponderante de recuperar el suelo (Rafalska, 2015). Para este caso tanto los suelos de San Alberto así como los del El Polvorín bajo vegetación de pinos, están agrupados en la subclase LLdhk correspondiéndoles un grado bajo de fertilidad demostrándose que las plantaciones son cada vez más vulnerables y perturbadas en el desarrollo de ecosistemas. Al respecto sugieren la importancia de adaptar plantaciones de genotipos diversos o especies que contribuyan a la sustentabilidad (Verheyen et al., 2016). Estos resultados del bosque de pino indican que la biomasa producida por los árboles producen hojas con resina y requieren mucho tiempo en degradarse, no es fácilmente mineralizado y que además tanto el ciprés y el pino tienden a acidificar el suelo. Al referirse a la cantidad y calidad de las reservas de materia orgánica del suelo expuestas al clima, tipo de suelo, especies arbóreas se menciona que estarían influenciando en el ciclo de nutrientes del suelo (Rafeie et al., 2014).

5. Suelos de bosque de eucaliptos (*Eucalyptus grandis*) (E):

En el caso del bosque de eucaliptos en la zona de San Alberto, Tabla 3 muy a pesar de existir en estos suelos una mayor acidez, la toxicidad del Al y la deficiencia de K^+ mejoran las condiciones del suelo debido a que la materia orgánica se encuentra en niveles altos y como consecuencia de su mineralización tanto el fósforo así como el potasio disponibles se presentan en niveles medios. Estos suelos corresponden a la subclase LLdahk con un grado de fertilidad medio. Este nivel fertilidad podría atribuirse también a que el eucalipto consume grandes cantidades de agua de la lluvia, al respecto se menciona que el eucalipto estaría reduciendo el nivel del agua subterránea, y por ello se estarían dificultando la presencia y crecimiento de otras plantas (Heuler, 2016). Algo similar sucede con los suelos de la zona de El Polvorín, Tabla 4 encontrándose el contenido de materia orgánica y el de fósforo disponible en niveles altos y el potasio disponible en un nivel medio. Los resultados indican además una mejor mineralización de la materia orgánica. Estos suelos están agrupados en la subclase LLdh con un grado medio de fertilidad. Al respecto se menciona que las plantaciones de estos árboles de eucalipto matan la vegetación nativa y dificultan su crecimiento también agota los nutrientes del suelo. (Heuler, 2016), se hace relevante la preocupación relacionada con la demanda de agua por el eucalipto lo que genera un impacto de agotamiento del recurso acuífero (Williams, 2015).

5. Conclusiones

32

Finalmente, las evaluaciones de la fertilidad natural de los suelos en estudio como resultado de la presencia de un determinado sistema natural o artificial, se ha comprobado que la introducción de especies exóticas no ha producido grandes cambios en la condición de los suelos. Aunque las plantaciones de eucaliptos han sobresalido al ser comparada con las otras especies como el ciprés y el pino, todas las especies introducidas han incrementado la acidez del suelo y en algunos casos han agotado los elementos intercambiables como es el caso especial del K^+ . Sin embargo, lo positivo está en que la incorporación de la biomasa vegetal producida no solo por las especies introducidas sino por el repoblamiento natural como en el caso del bosque secundario, luego del lento proceso de mineralización de la materia orgánica se ha mejorado en cierto modo las propiedades químico, físico y biológico de los suelos, lo que hace posible que con el transcurso de los años se produzca un mejoramiento se irá incrementando. Finalmente, la evaluación de la fertilidad natural de los suelos ha permitido clasificarlos como suelos pobres en el caso del agroecosistema degradado, bosque secundario, bosque de cipreses y bosques de eucaliptos y solamente los suelos con bosque de eucaliptos son de mediana fertilidad natural. Es conveniente aclarar que a pesar de observarse las evidencias de un ligero mejoramiento en la condición del suelo, éstas aún no están bien definidas.

6. Literatura Citada

- Agrawal, A., Cashore, B., Hardin, R., Shepherd, G., Benson, C. & Miller, D.** (2013). *Economic contributions of forests*. Background paper prepared for the United Nations Forum on Forests.
- Armijos, O. & Serafín, A.** (2016). Impacto ambiental en los recursos naturales derivado de la actividad agrícola bananera en el Cantón Machala Provincia de el Oro.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/8430>.
- Awotoye, O., Ogunkunle, C. & Adeniyi, S.** (2011). *Assessment of soil quality under various land use practices in a humid agro-ecological zone of Nigeria*. African Journal of Plant Science. Vol. 5(10), pp. 565-569, 27.
- Buendía, B., Marcelo, A. R. B., Vargas, M. B., Rodríguez, J. Q., Rivera, J. A. H., & Córdova, I. S.** (2017). Influencia de sistemas forestales sobre los suelos en selva Alta Oxapampa Pasco. *Revista Cubana de Ciencias Forestales* 5(1): 33-48.
- Buol, S. W., Sánchez, P. A., Catie, R. B. & Grandner, M. A.** (1985). *Soil fertility capability classification: a technical soil classification for fertility management*. In E. Bornemisza and A. Alvarado (Eds). Soil management in Tropical America. North Carolina State University. Raleigh, USA.
- Cañas, K., Zambrano, M. & Velázquez, M.** (2020). SISTEMAS AGROFORESTALES: UNA VISIÓN TRANSDISCIPLINARIA EN EL PROCESO DE DEFORESTACIÓN. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo Social VPDS- Barinas Venezuela. *Revista Ambientellanía* 1(1), pp. 128-138.
- Haghdoust, N., Akbarinia, M., Hossein, S.M. & Varamesh, S.** (2012). *Effects of Substitution of Degraded Natural forests with Plantations on Soil Carbon Sequestration and Fertility in North of Iran*. Journal of Environmental Studies. Vol. 38, No.3, Nov.
- Heuler, H.** (2016). *Impacts of Green Resources tree plantations at Kachung, Uganda*. Protect the Forest Sweden. Portions of this report appeared previously on Voice of America and MarketWatch.
- Martínez-Ortiz, L. Y., Rosado, Á. J. Y., Buñay, T. C. C. G., Hidalgo, R. A. G., Tipantuña, M. R. G., Robalino, D. H. H., Lozano, A. G. B., & Bustamante, V. M. O.** (2018). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA FLORA Y FAUNA EN LA PARROQUIA SANGAY, MORONA SANTIAGO, ECUADOR: IMPLICACIONES AMBIENTALES. *Biotecnia* 20(3), pp. 5-16. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v20i3.701>.

- Ngaga, Y. M.** (2011). *Forest plantations and woodlots in Tanzania*. African forest forum working paper series. A platform for stakeholders in African forestry.
- Noguera, P. L., Lizaso, I. C., Pinedo, A. Á., & Gonzales, J. C. G.** (2018). *Método Convencional de preparación del suelo*. Cuatro aspectos que lo caracterizan. *Anuario Ciencia en la UNAH* 16(1). <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/ACUNAH/article/view/1038>.
- Rafeie J. R., Mohsen H. S. & Kooch Y.** (2014). *The effect of natural and planted forest stands on soil fertility in the Hyrcanian region*. Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.
- Rafalska, L.P.** (2015). *Influence of natural plantations with participance of velvetweed oak on soil fertility*. Candidate of Agricultural Sciences, associate profesor National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.
- Schoeneberger, P. J., Wysocki, D. A., Beham, E. C. & Broderson, W. D.** (1988). *Field book for describing and sampling soils*. Natural Resources Conservation Service. Nebraska, USA.
- Verheyen, k., Margot, V., Harald, A., Lander, B., Christopher, B., Nadia, B., Simon, B., Helge, B., Bastien, C., Douglas, G., Josephine, H., Andy, H., Herve, J., Julia, K., Loreau, M., Mereu, S., Messier, C., Muys, B., Nolet, P., Paquette, A., Parker, J., Perring, M., Ponette, Q., Potvin, C., Reich, P., Smith, A., Weih, M., & scherer, M.** (2016). *Contributions of a global network of tree diversity experiments to sustainable forest plantations*. Royal Swedish Academy of Sciences.
- Wang, J.N., Bu, W., Zhao Bo; Zhao, X., Zhang C., Fan J. & Gadow, K. V.** (2015). *Effects of Nitrogen Addition on Leaf Decomposition of Single-Species and Litter Mixture in Pinus tabulaeformis Forests*. MDPI.
- Williams, R. A.** (2015). *Mitigating Biodiversity Concerns in Eucalyptus Plantations Located in South China*. School of Environment and Natural Resources, Ohio State University, Columbus, Ohio, USA. *Journal of Biosciences and Medicines*.
- Zhang, D. & Stanturf, J.** (2008). *Factors Influencing Forest Plantation Development*. Auburn University USA.

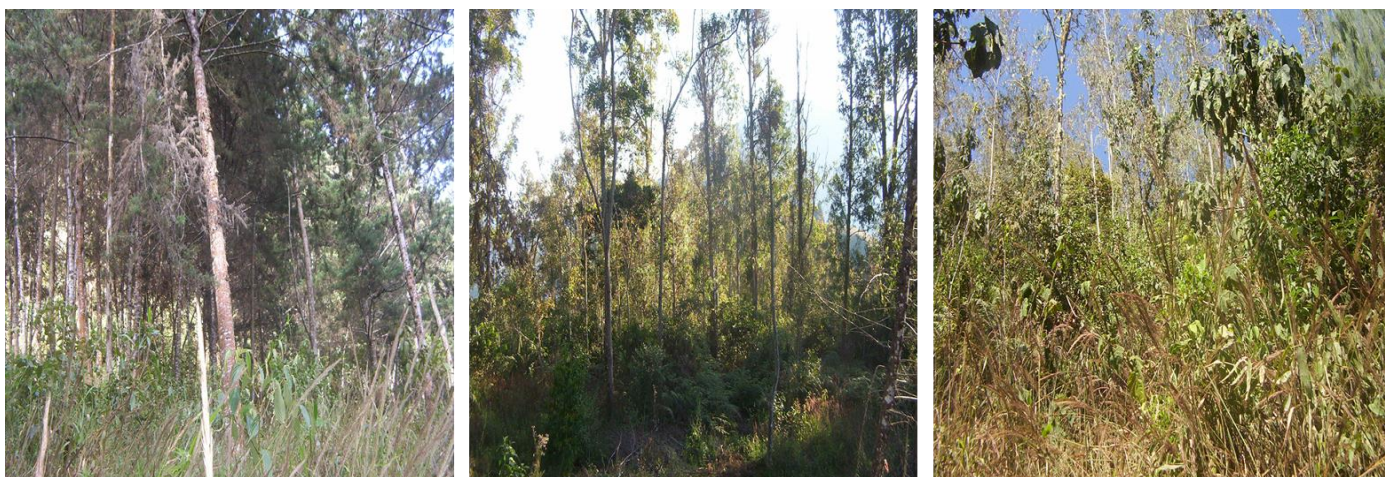
7. Anexos

1. Fotografías complementarias del trabajo de investigación

Fotografías de las áreas: Agroecosistema degradado, Bosque secundario y superficie de bosque de cipreses, del sector de San Alberto distrito de Oxapampa.



Fotografías de las áreas: Bosque de cipreses, bosque de Eucaliptos y del sector del polvorín distrito - Chontabamba.



2. Resultados del análisis de las propiedades químicas y biológicas del suelo-UNALM

Cuadro N°1: ph de los suelos de San Alberto (Oxapampa)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD1	Bosque Secundario BS1	Cipres C1	Eucalipto E1	Pino P1
0-20	5.68	5.37	4.63	4.02	5.35
20-60	5.92	-	4.34	4.12	5.48

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017.

Cuadro N°2: pH de los suelos de Polvorín (Chontabamba)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD2	Bosque Secundario BS2	Cipres C2	Eucalipto E2	Pino P2
0-20	5.78	4.69	6.17	5.5	4.55
20-60	4.21	4.62	6.01	5.6	4.32

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017

Cuadro N°3: contenido de materia orgánica (g.kg-1) de los suelos de San Alberto (Oxapampa)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD1	Bosque Secundario BS1	Cipres C1	Eucalipto E1	Pino P1
0-20	9	35	45	43	31
20-60	8	-	29	34	10

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017

Cuadro N°4: Contenido de materia orgánica (g.kg-1) de los suelos de Polvorín (Chontabamba)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD2	Bosque Secundario BS2	Cipres C2	Eucalipto E2	Pino P2
0-20	20	28	32	45	44
20-60	16	6	17	39	13

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017

Cuadro N°5: Contenido de fosforo disponible (mg.kg-1) de los suelos de San Alberto (Oxapampa)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD1	Bosque Secundario BS1	Cipres C1	Eucalipto E1	Pino P1
0-20	2.1	9.6	7.7	9.6	5.9
20-60	2.1	-	7.7	8.7	6.8

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017

Cuadro N°6: Contenido de fósforo disponible (mg.kg-1) de los suelos de Polvorín (Chontabamba)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD2	Bosque Secundario BS2	Cipres C2	Eucalipto E2	Pino P2
0-20	9.6	6.8	38.3	46.7	7.7
20-60	15.2	10.5	48.4	51.6	2.1

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017

Cuadro N°7: Contenido de potasio disponible (mg.kg-1) de los suelos de San Alberto (Oxapampa)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD1	Bosque Secundario BS1	Cipres C1	Eucalipto E1	Pino P1
0-20	61	215	145	61	72
20-60	45	-	72	45	50

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017

Cuadro N°8: Contenido de potasio disponible (mg.kg-1) de los suelos de Polvorín (Chontabamba)

Prof (cm)	Agroecosistema degradado AD2	Bosque Secundario BS2	Cipres C2	Eucalipto E2	Pino P2
0-20	46	75	147	105	76
20-60	45	50	80	80	109

Fuente: Datos tomados del análisis químico de suelos realizados por UN La Molina Lima 2017

37

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen IV- N° 12 Noviembre 2019

*Contáctenos en nuestro correo electrónico
revistactscafe@gmail.com*

146

Página Web:
www.ctscafe.pe

Blog:
<https://ctscafeparaciudadanos.blogspot.com/>

Facebook
<https://www.facebook.com/Revista-CTSCafe-1822923591364746/>