

## **Influencia de sistemas forestales sobre los suelos en selva alta Oxapampa, Pasco, Perú**

### **Influence of forest systems on soils in the Oxapampa Pasco height jungle, Peru**

**Benito Filemón Buendía Quispe<sup>1</sup>, Alfredo R. Bernal Marcelo<sup>2</sup>, Marino Bautista Vargas<sup>3</sup>, Juan Quispe Rodríguez<sup>4</sup>, Jesús Antonio Hurtado Rivera<sup>5</sup>, Iván Sotomayor Córdova<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Docente Principal UNDAC. Universidad de Oxapampa, Perú.

Correo electrónico: [bbuendia@gmail.com](mailto:bbuendia@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Oxapampa, Pasco.

Correo electrónico: [alfredor@gmail.com](mailto:alfredor@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: [marinovargas@gmail.com](mailto:marinovargas@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Huanta Ayacucho Perú.

Correo electrónico: [juanquispe@gmail.com](mailto:juanquispe@gmail.com)

<sup>5</sup>Escuela de postgrado Universidad Nacional del Centro del Perú.

Correo electrónico: [jesusantonio@gmail.com](mailto:jesusantonio@gmail.com) ; [ivansotomayor@gmail.com](mailto:ivansotomayor@gmail.com)

**Recibido:** 25 de noviembre de 2016.

**Aprobado:** 7 de marzo de 2017.

---

#### **RESUMEN**

La investigación fue ejecutada en la provincia de Oxapampa de la región Pasco, en los sectores de San Alberto (distrito de Oxapampa), El Polvorín (distrito de Chontabamba), en agroecosistemas degradados (AD), en bosques secundarios (BS) y en bosques reforestados con especies exóticas como *Cupressus sempervirens* (C), *Eucalyptus grandis* (E) y *Pinustecunumanii* (P), plantaciones ejecutadas por el INRENA. Se evaluó la influencia de los sistemas forestales sobre los suelos en selva alta. Tipo de investigación descriptivo, diseño no experimental, método cualitativo y cuantitativo, población constituida por todos los suelos de la provincia. La muestra fue representada por los puntos de muestreo en la parcela de observación, y se obtuvieron datos del

#### **ABSTRACT**

The research was carried out in the Oxapampa province of the Pasco region, in the San Alberto (Oxapampa district), El Polvorín (Chontabamba district) sectors, degraded agroecosystems (AD), secondary forests (BS) and forests reforested with exotic species such as *Cupressus sempervirens* (C), *Eucalyptus grandis* (E) and *Pinustecunumanii* (P), plantations executed by INRENA. The influence of forest systems on soils in high forest was evaluated. Type of research: Descriptive, non-experimental design, qualitative and quantitative method, population constituted by all soils at the province. The sample was represented by all the sampling points in the observation plot, obtaining field and laboratory data. Ten plots were made to characterize the soils at depths of 0 to 20 cm and from 20 to 60 cm,

campo y laboratorio. Se realizaron 10 calicatas para luego caracterizar los suelos a profundidades de 0 a 20 cm. y de 20 a 60 cm.; se tomaron muestras que fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se realizó la caracterización del perfil del suelo; estos son de escaso desarrollo pedogenético, de origen coluvial aluvial, con textura media en la zona de San Alberto y moderadamente fina en la zona de El Polvorín, con estructura en bloques angulares medios, con densidades aparentes relativamente altas que están influyendo en una porosidad ligeramente baja y cierto grado de compactación de los suelos. La permeabilidad está entre moderadamente lenta en suelos finos a moderadamente rápida en suelos gruesos y que debido a la pendiente escarpada son excesivamente drenados. Evidencias que influyen con variaciones físicas en los suelos.

**Palabras clave:** sectores, bosques, suelo, caracterización, perfil.

---

## INTRODUCCIÓN

La explotación forestal y agropecuaria masiva en el valle de Oxapampa ha generado un desequilibrio y deterioro de los ecosistemas naturales, muy especialmente el sistema edáfico, siendo notoria la presencia de zonas extensas donde prácticamente no existen especies forestales nativas notables por su importancia maderera. Espacios que, por el paso del tiempo, se han convertido en bosques secundarios formados por una biodiversidad de especies herbáceas, arbustivas, arbóreas y agroecosistemas degradados con vegetación no relevantes. Con deficiencia de nutrientes principales

samples were taken that were analyzed in the Soil Laboratory of the National Agrarian University La Molina. Characterization of the soil profiles are of poor pedogenetic development, alluvial coluvial origin, with average texture in the San Alberto area and moderately fine in the area of El Polvorín, with structure in medium angular blocks, with relatively high apparent densities that are influencing a slightly low porosity and some degree of compaction of the soils. The permeability is between moderately slow in fine to moderately rapid soils in coarse soils and because of the steep slope they are excessively drained. Evidence are influencing on physical variations in the soils.

**Key words:** Sectors, forests, soil, profile characterization.

---

como P, Ca y Mg, topografía y condiciones climáticas variables, cambios en el uso del suelo, y la toxicidad del aluminio (Al), manganeso (Mn), hierro (Fe) influyen significativamente en los indicadores de calidad del suelo (Ararsa et al., 2015).

Los bosques secundarios no representan los nichos ecológicos que albergaron en el pasado a muchas especies silvestres de fauna y flora; la formación natural de suelos, así como su conservación, y el ciclo hídrico han sido afectados, aun así estos bosques siguen siendo la única y valiosa defensa de la biodiversidad que todavía sobreviven, a pesar de las

dificultades causadas por el uso acelerado de los recursos naturales por el hombre, y también su capacidad para alternar los usos de la tierra que aumenta su productividad en algunos casos (Sharma, 2009). En la actualidad, existen muchas áreas reforestadas con especies exóticas como cipreses, pinos y eucaliptos, que han sido introducidas por instituciones públicas y privadas, donde es necesaria la forestación, según (Mayani et al., 2013).

Sin embargo, estas no recuperan los ecosistemas como debería esperarse; se observó poca vegetación herbácea y arbustiva, y como consecuencia de ello no contribuye al aumento de la población de animales silvestres, más bien facilita la erosión de suelos por escorrentía, poca acumulación de humedad, alteración en el perfil del suelo, pérdida de la fertilidad natural, los incendios forestales son muy comunes en los ecosistemas plantados, de acuerdo con Verma y Jayakumar (2012). Fue necesario plantear la siguiente interrogante: ¿en qué niveles, las especies exóticas forestales que han sido introducidas contribuyen en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos en comparación con los suelos de bosques secundarios y de un agroecosistema degradado? Para responder a tal objetivo, fue necesario caracterizar los perfiles de los suelos: de un ecosistema degradado, de bosque secundario y de bosques cultivados con *Pinustecunumanii* (P), *Cupressus sempervirens* (C) y *Eucalyptus grandis* (E) en las zonas de San Alberto y el Polvorín de la provincia de Oxapampa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en los sectores San Alberto (distrito de Oxapampa) y El Polvorín (distrito de Chontabamba), ambos de la provincia de Oxapampa; geográficamente se ubica en la parte Centro Oriental de la región Pasco Perú; gran parte es Selva Alta y se encuentra ubicado en la zona de vida bosque húmedo Premontano Tropical (bh-PT), desde 18002200msnm, T<sup>o</sup> promedio de 17 °C y 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; muestran quebradas, riachuelos con limitaciones en drenaje. 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, así como el mapa base de Oxapampa, GPS, brújula, cámara digital, tarjetas de observación edáfica, ácido clorhídrico, agua destilada. Bolsas de polietileno, potenciómetro manual, pico, pala, barreno, machetes, tijeras de podar, regla graduada, libreta de campo, cámara fotográfica, botas de jebe e impermeable.

**Tipo de investigación:** Descriptivo.

**Diseño de la investigación:** No experimental. La caracterización y descripción de perfiles se realizó de acuerdo con el Manual de Descripción y Muestreo de Suelos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (Field Book for Describing and Sampling soils. Natural Resources Conservation Service. Nebraska, USA), propuesto por (Schoeneberger et al., 1988), que considera las siguientes variables con sus respectivos métodos analíticos, como se indica en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tipos de variables, métodos y unidades de análisis estudiadas.

VARIABLES	MÉTODOS	UNIDADES
1. Profundidad efectiva	Método de campo	cm
2. Textura	Hidrómetro de Bouyucos	%
3. Estructura	Método de campo	Tipo o forma
4. Pendiente	Método de campo	%
5. Permeabilidad	Método de campo	Clases
Drenaje	Método de campo	Clases
7. Densidad aparente	Método de la parafina	g. cm <sup>-1</sup>
8. Porosidad del suelo	Buol, et al (1985)	%

Fuente: (Schoeneberger et al., 1988).

La evaluación de los factores edáficos y fisiográficos, tomados en el campo, y obtenidos en el laboratorio, se realizó de acuerdo con (Schoeneberger et al., 1998), (Munive, 1998) y (Azabache, 1987).

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### Perfil 1; agroecosistema degradado (ad1), sector de San Alberto

*Características generales:* suelo de perfil A/C truncado, material madre constituido por arenisca cuarcítica, ubicado en ladera baja, ondulado y muy empinado (45% de pendiente), sujeto a

severa erosión, con distribución superficial de raíces, sin problemas de sales, con ligera pedregosidad superficial (5%), vegetación natural constituida por chilca (*Braccharis latifolia*), pastos naturales (*gramíneas*), matico (*Piperelongatum*), yaragua (*Hyparrheniarufa*). Sobre esta vegetación la forestación tendría mayor impacto positivo sobre las propiedades del suelo (Rahimabady et al., 2015); ligero, excesivamente drenado, alta escorrentía superficial con capa freática muy profunda, ligeramente húmedo, mediana porosidad, exento de alcalinidad tal como se observa en la figura 1. Su posición geográfica es 0457459, UTM 8831334, a una altitud de 1 925 msnm.



**Fig.1.** Perfil 1 de un agroecosistema degradado(AD1), sector de San Alberto.

*Descripción del perfil:* en la figura 1, el horizonte A1, 0-20 cm. de profundidad) mineral, suelo franco (M) con presencia de gravas y piedras, marrón muy oscuro (5YR 3/4), bloques angulares medios (ABK<sub>m</sub>), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), moderadamente ácido (pH 5.68), bajo contenido de materia orgánica (0,9%), límite difuso. Horizonte A2, 20-60 cm. de profundidad) mineral, suelo franco (M) con presencia de gravas y piedras, marrón oscuro (7YR 3/2), bloques angulares medios (ABK<sub>m</sub>), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), moderadamente ácido (pH 5,92), muy bajo contenido de materia orgánica (0,8%). Estos suelos, provenientes de una agricultura intensa y mal manejados, coincidiendo con lo que reporta (García et al., 2014) al indicar que el monocultivo y la utilización de tecnologías agresivas al suelo son los que degradan paulatinamente el suelo.

#### **Perfil 2; bosque secundario (bs1), sector de San Alberto**

En la figura 2, se aprecia el Perfil 2, relacionado con el Bosque secundario

(BS1), sector de San Alberto, el cual se caracteriza por presentar un suelo de perfil A/R, con material madre constituido por conglomerados de origen coluvial, ubicado en ladera baja, ondulada y muy inclinada (70% de pendiente), severa erosión, con distribución muy superficial de raíces, sin problemas de sales, con muy intensa pedregosidad superficial (75 %), vegetación natural constituida por pacaes (*Inga spp.*), ulcumano (*Nageiarospigliosii*), arbustos melíferos tales como: *Dictyocaryumlamarckianum*, *Juglansneotropica* y *Cyrtocymurascorpioides*, fresa silvestre (*Fragaria vesca*) y huango (*Ephedraceae*), suelo ligero, excesivamente drenado, alta escorrentía superficial, con capa freática muy profunda, ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de alcalinidad, con materia orgánica. Las fracciones de arena y limo disminuyeron con la profundidad del suelo, mientras que la arcilla aumentó con ella, concordando con los trabajos de (Agoumé y Birang, 2009), tal como se observa en la figura 2. Su posición geográfica es 0457459, UTM 8831334, a una altitud de 1 912 msnm.





**Fig. 2.** Perfil 2 relacionado con un Bosque secundario (BS1), sector de San Alberto.

El perfil 2, representado en la figura 2, el horizonte Oe, 0-4 cm. de profundidad, orgánico, constituido por hojarasca semidescompuesta, de diversas especies. Horizonte (A1, 0-15 cm. de profundidad) mineral, franco (M) con presencia de gravas y piedras, marrón muy oscuro (5YR 3/4), bloques angulares medios (ABKm), consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), moderadamente ácido (pH 5,68), muy bajo contenido de materia orgánica (0,9%), límite difuso. Horizonte R, + de 15 cm. de profundidad, de naturaleza compacta (roca). Características influenciadas por interacción ambiental, confirme (Echeverri et al.,2014) al mencionar que los suelos se desarrollan bajo condiciones de precipitación, altura, paisaje (laderas intermedias) y vocación de uso (forestal-protector), lo cual se ve reflejado en su morfología.

### **Perfil 3; bosque con *Cupressus Sempervirens* (c1), sector de San Alberto.**

El perfil 3 (Ver figura 3), denominado como A/C, en el cual el material madre

está constituido por arenisca cuarcítica de origen coluvial, ubicado en ladera alta, ondulado e inclinado (35% de pendiente), sujeto a moderada erosión, con distribución media de raíces, sin problemas de sales, exento de pedregosidad superficial, vegetación constituida por cipreses (*Cupressus sempervirens*), yaragua (*Hyparrheniarufa*), machicura (*Pteridium aquilinum*), cortadillo (*Nolinacepitifera*), paca (*Inga spp.*), ulcumano (*Nageiarospiglosii*). Suelo ligero, excesivamente drenado, moderada escorrentía superficial, con capa freática muy profunda, ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de alcalinidad. El ciprés está afectando a dichas características.

Al respecto, (Verma y Jayakumar, 2012) mencionan que la gimnosperma es un componente que modifica la materia orgánica del suelo, los macro y micronutrientes y las propiedades físicas. La posición geográfica es 0457792, UTM 8831334, a una altitud de 1955 msnm.



**Fig. 3.** Perfil 3; bosque con *Cupressus sempervirens* (C1), sector de San Alberto.

En la figura 3, el horizonte Oe, 0-5 cm. de profundidad, orgánico constituido por hojarasca semidescompuesta, principalmente de cipreses, que mejora las condiciones físicas y biológicas del suelo, según (Sharma, 2009). Horizonte A1, 5-20 cm. de profundidad: suelo mineral, franco arenoso (G1), marrón rojizo oscuro (5YR 3/4), bloques subangulares medios (SBKm), de consistencia friable (FR), permeabilidad medianamente rápida (MR), muy ácido (pH 4.63), alto contenido de M.O. (4,5%), límite difuso (D). Horizonte A2, 20-60 cm. de profundidad: suelo mineral, franco arenoso (G1), marrón rojizo oscuro (5 YR 3/4), bloques subangulares medios (SBKm), de consistencia friable (FR), permeabilidad medianamente rápida (MR), extremadamente ácido (pH 4,34), contenido medio de materia orgánica (2,9%).

**Perfil 4; bosque con *Eucalyptus grandis* (e), sector de San Alberto**

**Características generales:** en la figura 4, el suelo de perfil A/C, material madre constituido por arenisca cuarcítica coluvial, ubicado en ladera intermedia, ondulado y muy inclinado (40 % de pendiente), severa erosión, con distribución superficial de raíces, sin problemas de sales, sin pedregosidad superficial, vegetación natural constituida por eucaliptos (*Eucalyptus grandis*), setaria (*Setaria parviflora*), chilca (*Baccharis latifolia*), paca (*Inga spp.*), matico (*Piper longatum*) y machicura (*Pteridium aquilinum*). Ligeramente excesivamente drenado, alta escorrentía superficial, con capa freática muy profunda, ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de alcalinidad; la plantación de eucaliptos está ocasionando variación en el sistema suelo. Coincidiendo con (Selassie y Ayanana, 2013), al señalar que las propiedades físicas del suelo pueden variar significativamente por el uso del mismo. Su posición geográfica es 0457722, UTM8831286, a una altitud de 1 944 msnm.



**Fig. 4.** Perfil 4; bosque con *Eucalyptusgrandis* (E), sector de San Alberto

**Descripción del perfil:** en la figura 4, el horizonte Oe, 0- 3 cm. de profundidad: orgánico constituido por hojarasca semidescompuesta, conformado por una mezcla de masa vegetal de diversas especies con predominio de hojarasca producida por mucha cobertura de *Eucalyptusgrandis* (Maggard et al., 2012). Horizonte A1, 0-20 cm. de profundidad: suelo mineral, franco arenoso (G1) con presencia de gravas y piedras, marrón oscuro (7.5YR 3/2), bloques angulares medios (ABKm), de consistencia media (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), extremadamente ácido (pH 4,02), alto contenido de materia orgánica (4,3%), límite difuso (D). Horizonte A2, 20-40 cm. de profundidad, suelo mineral, franco arenoso (G1), con presencia de gravas y piedras, marrón muy oscuro (2,5YR 2,5/2), bloques angulares medios (ABKm), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente lenta (MS), extremadamente ácido (pH 4,12), contenido medio de materia orgánica

(3,4%). A partir de los 40 cm. está presente la roca consolidada.

#### **Perfil 5; bosque con *Pinustecunumanii* (p), sector de San Alberto**

Características generales: en la figura N° 05, el suelo de perfil A/R, material madre constituido por arenisca cuarcítica y grava coluvial, ubicado en ladera media, ondulada a muy inclinada (45 % de pendiente), suelo sujeto a severa erosión, con distribución superficial de raíces, sin problemas de sales, con mediana pedregosidad superficial (20 %), vegetación constituida por pino (*Pinustecunumanii*), machicura (*Pteridiumaquilinum*), matico (*Piperelongatum*) y achira de monte (*Renealmia alpina*), ligero, excesivamente drenado, alta escorrentía superficial, con capa freática muy profunda. Ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de alcalinidad. Características que evidencian las diferencias de



propiedades del suelo, coincidiendo con (Ram et al., 2001) al indicar que los pinos suelen ser relegados a sitios de fertilidad moderada a pobre, donde el crecimiento de los árboles es a menudo

limitado por el bajo suministro de nutrientes. Su posición geográfica es 0457522, UTM 8831328, a una altitud de 1 935 msnm.



**Fig. 5.** Perfil 5; bosque con *Pinustecumanii* (P), sector de San Alberto.

**Descripción del perfil:** en la figura 5, el horizonte Oe, 0- 5 cm. de profundidad: orgánico, constituido por hojarasca semidescompuesta, con predominio de acículas de pino. Horizonte A1, 0-20 cm. de profundidad) mineral, franco arenoso (G1) con presencia de gravas, marrón oscuro (5YR 3/2), bloques subangulares finos (SBKf), de consistencia friable (FR), permeabilidad medianamente rápida (MR), fuertemente ácido (pH 5.35), contenido medio de materia orgánica (3,1%), límite difuso (D). Horizonte A2, 20-60 cm. de profundidad: suelo mineral, franco arenoso (G1) con presencia de gravas gruesas, marrón muy oscuro (5YR 3/3), bloques subangulares medios (SBKm), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente lenta (MS), fuertemente ácido (pH 5,48), muy bajo contenido de materia orgánica (0, 8%). Coincidiendo con (Farfán, 2010) al no encontrar diferencias estadísticas en el contenido de materia orgánica, observado en 30

cm. de profundidad en campos con plantaciones de pinos.

#### **Perfil 6; agroecosistema degradado (ad2), sector El Polvorín**

*Características generales:* en la figura Nº 06, el suelo de perfil A/C truncado, material madre constituido por arenisca cuarcítica, ubicado en ladera baja, ondulado y muy empinado (60% de pendiente), sujeto a muy severa erosión, con distribución media de raíces, sin problemas de sales, sin pedregosidad superficial, vegetación natural constituida por chilca (*Baccharis latifolia*), matico (*Piperelongatum*), setaria (*Setariaparviflora*) y machicura (*Pteridiumaquilinum*). Suelo ligero, excesivamente drenado, alta escorrentía superficial, con capa freática muy profunda, ligeramente húmeda, baja porosidad, exento de alcalinidad; al respecto afirma (Altieri y Nicholls, 2013): quela estructura y la función del agro-ecosistema están determinadas

por los componentes de biodiversidad y su interacción. Su posición geográfica es 0452352, UTM 8827547, a una altitud de 1 862 msnm.



**Fig. 6.** Perfil 6; agroecosistema degradado (AD2), sector de El Polvorín.

*Descripción del perfil:* en la figura 6, el horizonte A1, 0-20 cm. de profundidad: mineral, franco arcilloso (F2) con presencia de gravas como modificador textural, marrón (7,5YR 5/4), bloques angulares medios (ABKm), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), moderadamente ácido (pH 5.78), bajo contenido de materia orgánica (2,0%), límite difuso (D). Horizonte A2, 20-60 cm. de profundidad) mineral, franco (M), marrón oscuro (7.5YR 4/2), bloques angulares medios (ABKm), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), extremadamente ácido (pH 4,21), contenido medio de materia orgánica (2,6%), valor coincidente dentro del rango obtenido por (Chauhan et al., 2014) a diferentes sistemas de uso de la tierra sobre las propiedades del suelo, tierras de cultivo, frutales, pastoreo, forestales y campos de agricultores, lo

que resulta que la materia orgánica del suelo y el nitrógeno total del suelo fueron (4,69% y 0,23%) y las más bajas fueron de campo de agricultores (2,40% y 0,08%).

#### **Perfil 7; bosque secundario (bs2), sector El polvorín**

*Características generales:* en la figura N° 07, el suelo de perfil A/C, material madre, constituido por arenisca cuarcítica de origen coluvial, ubicado en ladera baja, ondulada y muy inclinada (40% de pendiente), sujeto a muy severa erosión, con distribución muy media de raíces, sin problemas de sales, ausencia de pedregosidad superficial, vegetación constituida por pacaes (*Inga spp.*), chilca (*Baccharis latifolia*) y machicura (*Pteridium aquilinum*), ligero, excesivamente drenado, alta escorrentía superficial, con capa freática muy

profunda, ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de alcalinidad. Estos resultados se obtuvieron en dos profundidades, lo que coincide en una característica (Selassie

y Ayanana, 2013) al observar un 38.78% de humedad ligera del suelo por efecto de bosques naturales. Su posición geográfica es 0452372, UTM 8827479, a una altitud de 1 854 msnm.



**Fig. 7.** Perfil 7; Bosque secundario (BS2), sector de El Polvorín.

*Descripción del perfil:* en la figura 7, el horizonte Oe, 0-4 cm. de profundidad: orgánico constituido por hojarasca semi descompuesta, conformado por una mezcla de masa vegetal de diversas especies. Horizonte A1, 0-20 cm. de profundidad mineral, franco arcilloso (F2) con presencia de gravas coluviales, marrón rojizo (5YR 4/3), bloques subangulares medios (SBKm), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), muy ácido (pH 4,69), contenido medio de materia orgánica (2,8 %), límite difuso (D). Horizonte (A2, 20-60 cm. de profundidad) mineral, franco arcilloso (F2) con presencia de gravas y piedras, marrón rojizo (5YR 4/4), bloques angulares medios (ABKm), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), muy ácido

(pH 4,62), muy bajo contenido de materia orgánica (0,8 %). Suelos con escasa materia orgánica o baja fertilidad pueden acentuar el estrés hídrico y conducir a una mayor abscisión de hojas, según manifiestan (Gaspar et al., 2015).

**Perfil 8; bosque con Cupressus sempervirens (c), sector El polvorín**

*Características generales:* en la figura Nº 08, el suelo de perfil A/C, material madre constituido por arenisca cuarcítica de origen coluvial, ubicado en ladera baja, ondulado y muy inclinada (50% de pendiente), sujeto a severa erosión, con distribución muy superficial de raíces, sin problemas de sales, con ligera pedregosidad superficial (10%),



vegetación constituida por cipreses (*Cupressus sempervirens*), yaragua (*Hyparrheniarufa*), chilca (*Baccharis latifolia*), zarza (*Rubus fruticosus*) y matico (*Piper elongatum*), suelo ligero excesivamente drenado, alta escorrentía superficial, con capa freática muy profunda, ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de

alcalinidad, además la poca presencia de vegetación en la superficie es un factor determinante en la calidad física del suelo, tal como confirma (Moya y Moya, 2012): existe ausencia de estrato arbustivo y herbáceo en el interior de una plantación de cipreses. Su posición geográfica es 0453646, UTM 8827603, a una altitud de 1 912 msnm.



**Fig. 8.** Perfil 8; Bosque con *Cupressus sempervirens* (C), sector de El Polvorín.

*Descripción del perfil:* en la figura 8, el horizonte (Oe, 0-4 cm. de profundidad, orgánico, constituido por hojarasca semi descompuesta, conformado por una mezcla de diversas especies con predominio de ciprés. Horizonte A1, 4-20 cm. de profundidad: suelo mineral, franco (M), marrón rojizo oscuro (10YR 3/1), bloques subangulares medios (SBK<sub>m</sub>), de consistencia media (MI), permeabilidad medianamente rápida (MR), ligeramente ácido (pH 6,17), contenido medio de materia orgánica (3,2%), límite difuso (D). Horizonte A2, 20-35 cm. de profundidad. suelo mineral, franco arcilloso (F2), marrón amarillento oscuro (10YR 3/4), bloques angulares medios (ABK<sub>m</sub>), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente rápida (MR), ligeramente

ácido (pH 6,01), bajo contenido de materia orgánica (1,7%). A partir de los 35 cm. de profundidad presencia de roca consolidada. Al respecto afirman (Velasco et al., 2013) que las características de composición, densidad y el estado físico del suelo determinan las acciones necesarias para su protección.

#### **Perfil 9; bosque con *eucalyptus grandis* (e), sector El polvorín**

*Características generales:* en la figura 9, el suelo de perfil A/C, material madre constituido por arenisca cuarcítica de origen coluvial, ubicado en ladera baja, ondulado y muy inclinada (55% de



pendiente), sujeto a muy severa erosión, con distribución media de raíces, sin problemas de sales, sin pedregosidad superficial, vegetación constituida por eucaliptos (*Eucalyptusgrandis*), yaragua (*Hyparrheniarufa*), chilca (*Baccharis latifolia*) y huampo (*Heliocarpusamericanus*). Suelo ligero, excesivamente drenado, alta escorrentía

superficial, con capa freática muy profunda, ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de alcalinidad, cuyas características físicas de los suelos según sus usos constituyen indicadores de calidad del suelo (Ayoubi, et al., 2011). Su posición geográfica es 045344, UTM 8827549, a una altitud de 1 860 msnm.



**Fig. 9.** Perfil 9; Bosque con *Eucalyptusgrandis* (E2), sector de El Polvorín.

*Descripción del perfil:* en la figura 9, el horizonte Oe, 0-10 cm. de profundidad: orgánico, constituido por material semi descompuesto, conformado por una mezcla de masa vegetal de diversas especies, con predominancia de hojarasca de eucaliptos. Horizonte A1, 10-20 cm. de profundidad) mineral, franco arcillo arenoso (F2), marrón muy oscuro (10YR 3/1), bloques angulares gruesos (ABKg), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente lenta (MS), fuertemente ácido (pH 5,50), alto contenido de materia orgánica (4,5%), límite difuso (D). Horizonte A2, 20-60 cm. de profundidad, mineral, suelo franco arcilloso (F2), marrón muy oscuro (10YR 2/1), bloques angulares

gruesos (ABKg), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente lenta (MS), fuertemente ácido (pH 5,12), contenido medio de materia orgánica (3,9 %). Los árboles muestran su influencia en la formación del suelo, afirman (Pal et al., 2013) cuando mencionan que hay una interacción positiva en el sistema suelo donde los nutrientes disponibles y buena actividad microbiana, es cuando las raíces de los árboles son profundas.

**Perfil 10; bosque con *PinusTecunumanii* (p), sector El polvorín**

**Características generales:** en la figura 10, el suelo de perfil A/R, material madre constituido por conglomerados de origen coluvial, ubicado en ladera intermedia, ondulado y muy inclinada (65 % de pendiente), sujeto a muy severa erosión, con distribución muy superficial de raíces, sin problemas de sales, con muy ligera pedregosidad superficial (2%), vegetación natural constituida por pinos (*Pinustecunumanii*), chilca (*Baccharis latifolia*), machicura (*Pteridiumaquilinum*) y matico (*Piperelongatum*), suelo ligero,

excesivamente drenado, alta escorrentía superficial, con capa freática muy profunda, ligeramente húmedo, moderada porosidad, exento de alcalinidad. Sugiere mantener una densidad arbórea intermedia que contribuye a una mejor interacción, suelo rizosfera, tal como recomienda (Martiarena et al., 2011) que la densidad logra contribuir con la reserva de nutrientes y conservar la capacidad productiva del suelo. Su posición geográfica es 0451378, UTM 8827800, a una altitud de 1 842 msnm.



**Fig. 10.** Perfil 10; Bosque con *Pinustecunumanii* (P2), sector de El Polvorín

**Descripción del perfil:** en la figura 10, el horizonte Oe, 0-2 cm. de profundidad, orgánico, constituido por hojarasca semi descompuesta, conformado por una mezcla de masa vegetal de diversas especies, con predominio de acículas de pinos. Horizonte A1, 2-20 cm. de profundidad: mineral, suelo franco (M) con presencia de gravas y piedras, marrón oscuro (10YR 4/3), bloques subangulares medios (SBKm), de consistencia friable (FR), permeabilidad medianamente rápida (MR), muy ácido (pH 4,55), alto contenido de materia orgánica (4,4 %), límite difuso (D). Horizonte A2, 20-60 cm. de profundidad) mineral, franco

arcilloso (F2) con presencia de gravas y piedras, marrón amarillento (10YR 5/4), bloques angulares medios (ABKm), de consistencia firme (FI), permeabilidad medianamente lenta (MS), extremadamente ácido (pH 4,32), bajo contenido de materia orgánica (1,3%). Los cambios en el uso de la tierra de ecosistemas naturales en ecosistemas manejados producen efectos negativos en la calidad del suelo, afirman (Javad et al., 2014).

Los suelos en los dos sectores se caracterizan por presentar un perfil A/C con un escaso desarrollo pedogenético con profundidad media a escasa, con

pedregosidad escasa a media, a excepción del suelo de bosque secundario de San Alberto (BS1) que es de tipo A/R, muy superficial y con alta pedregosidad.

Suelos ubicados en laderas con pendiente variable y pronunciada: suelos de textura media (Francos) y otros en menor proporción son de textura moderadamente gruesas (Franco arenoso). En El Polvorín, imperan los suelos de textura fina (Franco arcillosos) y en menor proporción los de textura media (Francos) con baja proporción de arcilla. En ambos predominan la estructura en bloques angulares medios y menor proporción con bloques subangulares medios, arcillas que van degradándose para el tipo 1:1.

La consistencia es firme, predominantemente, y algunos suelos friables, permeabilidad mayormente moderada lenta a moderada rápida, drenaje tipo ligero excesivamente drenado en relación a la pendiente y capa freática muy profundo.

Todo el componente físico tiene influencia significativa en la capacidad retentiva de agua de los suelos, aunque en ambos sectores esta condición es deficiente, según la penetración de las raíces, la que generalmente es superficial a medianamente profunda.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ADAM O. et al. Tree-based Mulches Influence Soil Properties and Plant Growth. Hort Technology [En línea]. 2012, junio, 22(3).353-361. ISSN: 1943-7714. Disponible en: <http://horttech.ashspublications.org/content/22/3/353.short>

[2] AGOUMÉ, V. y BIRANG A. M. Impact of Land-use Systems on some Physical and Chemical Soil Properties of an Oxisol in the Humid Forest Zone of Southern Cameroon. Tropicultura [En línea]. 2009, 27(1). 15-20. Disponible en: <http://www.tropicultura.org/text/v27n1/15.pdf>

[3] ALONSO, C. Compendio de Suelos. Tomo I. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1974.

[4] ARARSA, F., ALEMAYEHU, A. y ACHALU, C. Effects of Different Land Uses (Forest, Grazing and Cultivated) on the Fertility Status of Acidic Soils of Dano District, West Shoa Zone, Oromia Region, Ethiopia. Ethiopia: Ambo University, College of Computational and Natural Sciences, P.O., 2015.

[5] AYOUBI, S. et al (2011). Assessing Impacts of Land Use Change on Soil Quality Indicators in a Loessial Soil in Golestan Province, Iran. Journal of Agricultural Science and Technology [En línea]. 2011, 9(13). 742-727. Disponible en: [http://journals.modares.ac.ir/article\\_4739.html](http://journals.modares.ac.ir/article_4739.html)

[6] AZABACHE, L. Manual de Prácticas de Edafología. Huancayo, Perú: Facultad de Agronomía, UNCP, 1998.

[7] CHAUHAN, R. P; PANDE, K. R. y THAKUR, S. Soil properties affected by land use systems in Western Chitwan, Nepal. International Journal of Applied Sciences and Biotechnology [En línea]. 2014, septiembre, 2(3). 265-269. ISSN: 2091-2609. DOI: <http://dx.doi.org/10.3126/ijasbt.v2i3.10660>. Disponible en: <http://www.nepjol.info/index.php/IJASBT/article/view/10660>

- [8] JAVAD, R. S. A; KHOSRAVI, H. y ALAMDARLOU, E. H. Assessment the effects of land use changes on soil physicochemical properties in Jafarabad of Golestan province, Iran. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* [En línea]. 2014, Noviembre, 3(3). 296-300. ISSN 2277-1808. Disponible en: [http://bepls.com/vol3\\_spl\\_III/48.pdf](http://bepls.com/vol3_spl_III/48.pdf)
- [9] MARTIARENA, A. R; PINAZO, A; WALLIS, A; KNEBEL, O; PAHR, M. Alternativas de manejo silvícola para la conservación de nutrientes en sistemas forestales en Misiones, Argentina. *Ciencia del Suelo* [En línea]. 2011, enero-julio, 29(1). 39-48. ISSN 1850-2067. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v29n1/v29n1a05.pdf>
- [10] MAYANI, N. y PAYAM, H. Afforestation effect with conifer and hardwood species on some physical and chemical soil characteristics. *Journal of Social Sciences*, 2013, 3(9). 467-471.
- [11] MUNIVE, E. Sistema Paramétrico de Evaluación de Tierras por su Capacidad para el Riego. Huancayo, Perú: UNCP, 2000.
- [12] PAL, S; PANWAR, P. y BHARDWAJ, D. R. Soil quality underforest uses in acid soil of North Western Himalaya, - compared to other land India Ann. *Journal For. Res.* 2013, 56(1). 187-198.
- [13] RAHIMABADY, M. S. et al. The effect of land cover on soil quality properties in the Hyrcanian regions of Iran. *Bio Sci. Biotechnol* [En línea]. 2015, 4(1). 73-79. ISSN 1314-6246. Disponible en: <http://pdfs.semanticscholar.org/fd42/093d27ca031f0269fcf96349952b3a8c22b9.pdf>
- [14] RAM, O. et al. La fertilidad del suelo limita la captación de carbono por los ecosistemas forestales de CO<sub>2</sub> atmósfera enriquecida. *Acceso. Carta a la Naturaleza*. 2001, (411). 469-472
- [15] SCHOENEBERGER, P. J. et al. *Field Book for Describing and Sampling soils*. Nebraska, USA: National Soil Survey Service, Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture, 2000.
- [16] SELASSIE, Y, G. y AYANNA, G. Effects of Different Land Use Systems on Selected Physico-Chemical. *Journal of Agriculture Science* [En línea]. 2013, 5(4). ISSN 1916-9760. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n4p112>. Disponible en: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/25713>
- [17] SHARMA, K. L. *Effect of Agroforestry System on Soil Quality Monitoring and Assessment*. Hyderabad: Central Research Institute for Dryland Agriculture, Santoshnagar, 2009. Disponible en: <http://www.academia.edu/download/45136937/KLS.pdf>
- [18] VERMA, S. y JAYAKUMAR, S. Impact of forest fire on physical, chemical and biological properties of soil: A Review. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences* [En línea]. 2012, septiembre, 2(3). 168-176. Disponible en: <http://search.proquest.com/openview/d8c57bf8bd92858f86914bb39d002aac/1?pq-origsite=gscholar&cbl=786383>