

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL**



**Influencia de la cobertura vegetal en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo del bosque montano La Palma, Chota, 2022.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

**AUTOR**

Nilser, Burga Díaz

**ASESOR**

Mtr. Denisse Milagros, Alva Mendoza

**CHOTA – PERÚ**

**Enero, 2023**



Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza  
Ingeniera Forestal – Ingeniera Ambiental  
Docente Ordinario  
Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental  
Universidad Nacional Autónoma de Chota

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros se los debo a ustedes. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos, a mis hermanos por sus buenos consejos de emprendimiento y esfuerzo para estudiar. De igual forma esta investigación va dedicada para mi esposa e hijo las cuales siempre son y serán mi motivación para seguir creciendo profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme vida y salud para concluir este trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota por formarme como tal, a los maestros por enseñarme y compartir sus conocimientos.

A mi asesora Mtr. Denisse Milagros, Alva Mendoza por, dedicar su tiempo y ser el soporte fundamental en apoyarme en el asesoramiento de mi tesis.

Al propietario del bosque La Palma, donde se desarrolló el estudio, por brindarme las facilidades para desarrollar dicha investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3. Justificación</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4. Objetivos</b> .....	<b>16</b>
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos .....	16
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1. Antecedentes</b> .....	<b>18</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	24
2.1.3. Antecedentes regionales .....	26
<b>2.2. Bases teórico – científicas</b> .....	<b>27</b>
2.2.1. Degradación del suelo.....	27
2.2.2. Cambios en el uso y la cobertura vegetal de la tierra .....	28
<b>2.3. Marco conceptual</b> .....	<b>29</b>
2.3.1. Bosque .....	29
2.3.2. Bosque montano .....	31
2.3.3. Vegetación .....	32
2.3.4. Suelo .....	33
2.3.5. Propiedades físicas del suelo .....	40
2.3.6. Propiedades químicas del suelo .....	45
2.3.7. Propiedades orgánicas .....	46
<b>2.4. Definición de conceptos</b> .....	<b>50</b>
<b>2.5. Hipótesis</b> .....	<b>52</b>

<b>2.6. Operacionalización de variables .....</b>	<b>52</b>
2.6.1. Variable independiente: Cobertura vegetal .....	52
2.6.2. Variable dependiente: Propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo .....	52
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. Tipo y nivel de investigación .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2. Diseño de investigación .....</b>	<b>56</b>
<b>3.3. Métodos de investigación.....</b>	<b>56</b>
<b>3.4. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>58</b>
3.4.1. Población .....	58
3.4.2. Muestra .....	61
3.4.3. Muestreo .....	63
<b>3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>65</b>
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	65
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos .....	66
<b>3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de información .....</b>	<b>67</b>
3.6.1. Procedimiento para la obtención de información .....	67
3.6.2. Procesamiento de información .....	78
3.6.3. Análisis de información.....	78
<b>3.7. Aspectos éticos .....</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>79</b>
<b>4.1. Descripción de resultados.....</b>	<b>79</b>
4.1.1. Contenido de materia orgánica .....	79
4.1.2. Propiedades físicas del suelo .....	83
4.1.3. Propiedades químicas del suelo .....	95
<b>4.2. Discusión de resultados.....</b>	<b>101</b>
<b>4.3. Contrastación de hipótesis.....</b>	<b>115</b>
4.3.1. Estadística descriptiva .....	115
4.3.2. Prueba de normalidad .....	121
4.3.3. Análisis ANOVA.....	121

4.3.4. Prueba post hoc – Prueba Tukey .....	123
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>127</b>
<b>5.1. Conclusiones .....</b>	<b>127</b>
<b>5.2. Recomendaciones y/o sugerencias .....</b>	<b>129</b>
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>130</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</b>	<b>141</b>
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	141
Anexo 2. Panel fotográfico .....	142
Anexo 3. Resultados de laboratorio .....	151
Anexo 4. Planos .....	165

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Rango de diámetro de las partículas del suelo.....	40
<b>Tabla 2</b>	Matriz de operacionalización de variables .....	54
<b>Tabla 3</b>	Nivel de investigación según diferentes criterios .....	55
<b>Tabla 4</b>	Áreas según cobertura vegetal en el bosque montano La Palma.....	61
<b>Tabla 5</b>	Ubicación de las calicatas .....	61
<b>Tabla 6</b>	Criterios de inclusión y exclusión .....	62
<b>Tabla 7</b>	Fuentes, técnicas e instrumentos .....	66
<b>Tabla 8</b>	Contenido de materia orgánica del suelo del bosque montano La Palma .....	80
<b>Tabla 9</b>	Hojarasca del suelo del bosque montano La Palma .....	82
<b>Tabla 10</b>	Densidad aparente del suelo del bosque montano la palma .....	84
<b>Tabla 11</b>	Textura del suelo en bosque primario.....	87
<b>Tabla 12</b>	Textura del suelo en bosque secundario .....	87
<b>Tabla 13</b>	Textura del suelo en el área sin cobertura arbórea .....	88
<b>Tabla 14</b>	Color del suelo en el bosque primario .....	92
<b>Tabla 15</b>	Color del suelo en el bosque secundario .....	93
<b>Tabla 16</b>	Color del suelo en área sin cobertura vegetal .....	94
<b>Tabla 17</b>	pH del suelo del bosque montano La Palma .....	96
<b>Tabla 18</b>	Conductividad eléctrica del suelo del bosque montano La Palma .....	99
<b>Tabla 19</b>	Color del suelo según cobertura vegetal.....	114
<b>Tabla 20</b>	Promedio de las propiedades del suelo según cobertura vegetal del bosque montano La Palma .....	115
<b>Tabla 21</b>	Estadística descriptiva, pH del Suelo .....	116
<b>Tabla 22</b>	Estadística Descriptiva, Conductividad Eléctrica del Suelo.....	117
<b>Tabla 23</b>	Estadística descriptiva, % de arena del suelo .....	118
<b>Tabla 24</b>	Estadística descriptiva, % de limo del suelo .....	118
<b>Tabla 25</b>	Estadística descriptiva, % de arcilla del suelo .....	119
<b>Tabla 26</b>	Estadística descriptiva, porcentaje de materia orgánica del suelo.....	120
<b>Tabla 27</b>	Estadística descriptiva, densidad aparente del suelo .....	120
<b>Tabla 28</b>	Prueba de normalidad .....	121
<b>Tabla 29</b>	Análisis ANOVA.....	122
<b>Tabla 30</b>	Prueba Tukey, pH.....	123

<b>Tabla 31</b> Prueba Tukey, CE.....	123
<b>Tabla 34</b> Prueba Tukey, % arena.....	124
<b>Tabla 35</b> Prueba Tukey, % limo .....	124
<b>Tabla 36</b> Prueba Tukey, % arcilla.....	125
<b>Tabla 37</b> Prueba Tukey, %MO .....	125
<b>Tabla 38</b> Prueba Tukey, Da .....	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Esquema del paisaje de un bosque montano.....	31
<b>Figura 2</b>	Escala de la vegetación .....	32
<b>Figura 3</b>	Tipos de vegetación según el bioma .....	33
<b>Figura 4</b>	Tipologías de espacios primordiales que consigue mostrar el contorno del suelo .....	36
<b>Figura 5</b>	Componentes del suelo .....	37
<b>Figura 6</b>	Desarrollo de la estructura del suelo .....	39
<b>Figura 7</b>	Relación en diámetro del suelo .....	40
<b>Figura 8</b>	Triángulo textural del suelo .....	41
<b>Figura 9</b>	Colores de la tabla matriz 10R.....	44
<b>Figura 10</b>	Escala pH .....	45
<b>Figura 11</b>	Proceso de descomposición de la materia orgánica .....	48
<b>Figura 12</b>	Esquema del diseño de investigación descriptivo causal simple .....	57
<b>Figura 13</b>	Mapa de ubicación del bosque montano La Palma.....	58
<b>Figura 14</b>	Mapa del bosque montano la Palma .....	59
<b>Figura 15</b>	Bosque primario, en el bosque montano La Palma.....	59
<b>Figura 16</b>	Bosque secundario, en el bosque montano La Palma .....	60
<b>Figura 17</b>	Área sin cobertura vegetal, en el bosque montano La Palma .....	60
<b>Figura 18</b>	Ubicación de las calicatas en el bosque montano La Palma .....	62
<b>Figura 19</b>	Diseño de la distribución de las parcelas de muestreo.....	64
<b>Figura 20</b>	Distribución de las calicatas en las parcelas de 5 x 8.....	65
<b>Figura 21</b>	Vista satelital del bosque montano La Palma .....	67
<b>Figura 22</b>	Vista del bosque montano La Palma.....	68
<b>Figura 23</b>	Apertura de calicata de 40 x 40 x 30 cm.....	70
<b>Figura 24</b>	Forma del muestreo de suelo .....	71
<b>Figura 25</b>	Obtención de muestras de suelo.....	71
<b>Figura 26</b>	Clases texturales del suelo, según USDA .....	74
<b>Figura 27</b>	%MO del suelo en bosque primario.....	80
<b>Figura 28</b>	%MO del suelo en bosque secundario .....	81
<b>Figura 29</b>	%MO del suelo en área sin cobertura arbórea .....	81
<b>Figura 30</b>	Hojarasca del suelo del bosque montano La Palma.....	82

<b>Figura 31</b>	Da del suelo en bosque primario.....	84
<b>Figura 32</b>	Da del suelo en bosque secundario .....	85
<b>Figura 33</b>	Da del suelo en área sin cobertura arbórea .....	85
<b>Figura 34</b>	Triángulo textural del suelo en bosque primario .....	88
<b>Figura 35</b>	Triángulo textural del suelo en bosque secundario.....	89
<b>Figura 36</b>	Triángulo textural del suelo en área sin cobertura arbórea .....	90
<b>Figura 37</b>	Textura del suelo en el bosque montano La Palma.....	91
<b>Figura 38</b>	pH del suelo en bosque primario.....	97
<b>Figura 39</b>	pH del suelo en bosque secundario .....	97
<b>Figura 40</b>	pH del suelo en área sin cobertura arbórea .....	98
<b>Figura 41</b>	CE del suelo en bosque primario .....	100
<b>Figura 42</b>	CE del suelo en bosque secundario.....	100
<b>Figura 43</b>	CE del suelo en área sin cobertura arbórea .....	101
<b>Figura 44</b>	% MO del suelo según cobertura vegetal.....	104
<b>Figura 45</b>	Da del suelo según cobertura vegetal.....	106
<b>Figura 46</b>	Textura del suelo según cobertura vegetal.....	109
<b>Figura 47</b>	pH del suelo según cobertura vegetal .....	111
<b>Figura 48</b>	CE del suelo según cobertura vegetal .....	113
<b>Figura 50</b>	Diagrama de cajas de %MO por uso del suelo .....	126

## RESUMEN

El suelo es un elemento central para la provisión de servicios eco sistémicos, pero, sus propiedades se ven influenciadas por su uso y manejo (Guzmán et al., 2019). El objetivo fue “Determinar la influencia de la cobertura vegetal en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo en el bosque montano La Palma, Chota”, para ello, la muestra estuvo conformada por nueve parcelas en bosque primario, bosque secundario y áreas sin protección arbórea del bosque montano La Palma, donde se muestreo el suelo en calicatas de 40 x 40 cm, a profundidades de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm, con el fin de realizar ensayos físicos de color, textura y densidad aparente, ensayos químicos de conductividad eléctrica y pH; y ensayos de contenido de materia orgánica. Determinando que, el pH (4,81, 4,83 y 5,77), la conductividad eléctrica (43,56, 31,67, y 61,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y la densidad aparente (0,68, 0,77, y 0,76  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) aumentan a menor cobertura arbórea; en cambio, el contenido de materia orgánica es mayor en bosque primario (8,33%), que en bosque secundario (6,16%) y sin cobertura arbórea (7,49%), sin embargo, el porcentaje de materia orgánica es mayor que en áreas sin cobertura arbórea que en bosque secundario, porque los pobladores aplican compostaje en estas áreas, para destinarlas posteriormente a cultivos agrícolas; la textura del suelo en bosque primario y secundario es arcillosa arenosa, mientras que, en sin cobertura arbórea el suelo es arcilloso; y el color no se ve afectado por la cobertura arbórea, el suelo seco y húmedo tienen color marrón oscuro y marrón pálido. Se concluye que, la cobertura arbórea influye en propiedades físico-químicas y contenido de materia orgánica del suelo del bosque montano La Palma.

**Palabras clave:** Cobertura vegetal, arbórea, propiedades físico-químicas-contenido de materia orgánica, suelo.

## ABSTRACT

Soil is a central element for the provision of ecosystem services, but its properties are influenced by its use and management (Guzmán et al., 2019). The objective was to "Determine the influence of vegetation cover on the physical and chemical properties and organic matter content of the soil in the La Palma montane forest, Chota", for this, the sample consisted of nine plots in primary forest, secondary forest and areas without tree protection of the La Palma montane forest, where the soil was sampled in 40 x 40 cm pits, at depths of 0 to 10, 10 to 20 and 20 to 30 cm, in order to perform physical tests of color, texture and bulk density, chemical tests of electrical conductivity and pH; and organic matter content tests. It was determined that pH (4.81, 4.83 and 5.77), electrical conductivity (43.56, 31.67, and 61.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) and bulk density (0.68, 0.77, and 0.76  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) increase with less tree cover; on the other hand, the organic matter content is higher in primary forest (8.33%), than in secondary forest (6.16%) and without tree cover (7.49%), however, the percentage of organic matter is higher in areas without tree cover than in secondary forest, because the settlers apply compost in these areas, to later use them for agricultural crops; The soil texture in primary and secondary forest is sandy clay, while in areas without tree cover the soil is clayey; and the color is not affected by tree cover, the dry and wet soil is dark brown and pale brown. It is concluded that tree cover influences the physicochemical properties and organic matter content of the soil of the La Palma montane forest.

**Key words:** Vegetation cover, tree cover, physico-chemical properties-organic matter content, soil.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

El suelo cumple un papel vital en los servicios de los ecosistemas (Guzmán et al., 2019), sus procesos biológicos, químicos y físicos garantizan la fertilidad y evitan la degradación de la tierra (Ramesh et al., 2019; Wang et al., 2018). El carbono orgánico del suelo es vulnerable a los cambios en el uso y manejo del suelo (Zhou et al., 2019; Guzmán et al., 2019), más aún en las condiciones socioeconómicas actuales, en que, los bosques montanos son talados, para dar paso a las tierras de siembra o de pastoreo, generando la desertificación del suelo (Ahmed et al., 2019).

La cobertura vegetal de los bosques montanos y bosques secundarios, según Ahmadnia et al. (2020) y Adetunji et al. (2020), respectivamente, benefician a las propiedades físico-químico-biológicas del suelo; pero muchos de estos bosques, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016) están siendo deforestados por la expansión agrícola y/o ganadera; siendo así, la agricultura convencional, al tratar de satisfacer la demanda de alimentos, genera el deterioro del suelo por la pérdida de cobertura arbórea y/o deforestación (Kim et al., 2020).

En el Perú existe amplia diversidad de bosques montanos que, contribuyen a mejorar las propiedades físico-químico-biológicas del suelo, pero a pesar que existen leyes, tal como, la ley forestal de Fauna Silvestre (Ley N° 27308), siguen existiendo procesos destructivos como: tala de árboles, incendios forestales naturales e inducidos por el hombre, sobrepastoreo, entre otros. Razón para

sostener que, los bosques y arbustales de alta montaña deben recibir acciones de conservación, adecuado manejo y aprovechamiento (Cuyckens y Renison, 2018).

Cajamarca, es una de las regiones del país, con mayor diversidad de flora en sus diferentes provincias, pero también es una de las regiones que ha sufrido en mayor medida procesos de desertificación de suelos, debido a la intervención humana, con la tala de árboles (deforestación), que ha generado perturbación, fragmentación y transformación de la biodiversidad (FAO, 2016, p. 6).

En la provincia de Chota, según Medina (2013), uno de los bosques más representativos es el bosque montano de la Palma, donde los procesos de tala indiscriminada ha llevado a la desertificación del suelo en algunas áreas, por lo que, dicho bosque actualmente se encuentra integrado por tres zonas: zonas montañosas donde no ha llegado la intervención del hombre (*bosque primario*); zonas con poca cobertura vegetal, que a pesar de la intervención del hombre todavía conserva una variedad de especies forestales (*bosque secundario*); y zonas con *nula cobertura vegetal*, que han sido taladas y convertidas en praderas para pastoreo o se encuentran desérticas afectando las propiedades del suelo, debido a la ausencia de la interacción suelo – planta que, según explica Madrigal et al. (2019), impide la formación de hojarasca, y disminuye la calidad del suelo.

Siendo así, el problema en el bosque montano La Palma, es la creciente tala indiscriminada de árboles para convertir el área en zonas de pastoreo y chacras, siendo este un mal uso del suelo, que con lleva a su desertificación, por ello, se ha analizado la influencia de la cobertura vegetal en las propiedades físico-químico-biológicas del suelo en el bosque montano La Palma, en zonas con baja, media y alta cantidad de cobertura vegetal (bosque primario, bosque secundario, área sin cobertura vegetal), verificando así, sí los parámetros del suelo aumentan

al cambiar las condiciones de la vegetación, por tanto, los resultados sirven de base para plantear planes de reforestación y/o mejoramiento del suelo desértico.

## **1.2. Formulación del problema**

El bosque montano de La Palma, tiene gran variedad de especies forestales que, son utilizadas para la fabricación de elementos maderables o leña, ocasionando su pérdida por la tala indiscriminada; aun cuando las especies forestales, generan cobertura vegetal que, coadyuvan al aumento de nutrientes en el material orgánico del suelo, siendo así, ante la ausencia de cobertura vegetal los suelos se vuelven desérticos y carecen de adecuadas propiedades físicas-químicas-biológicas para continuar el ciclo biológico de suelo-planta, por ello, con el estudio se buscó verificar ¿En qué medida la ausencia de cobertura vegetal y/o la desertificación en el área puede generar la pérdida de la calidad de las propiedades físico-químico y contenido de materia orgánica del suelo en el bosque montano La Palma?.

## **1.3. Justificación**

La finalidad de esta investigación fue determinar la incidencia de la cobertura vegetal sobre la disponibilidad de materia orgánica y concentración de macro y micro nutrientes en el suelo, siendo así, se ha dado a conocer la importancia de proteger los bosques montanos para la salud del suelo, así mantener sus características físico-químico y contenido de materia orgánica. Es un referente para concientizar a la población y autoridades locales para realizar planes de reforestación en el bosque montano de La Palma, Chota.

### ***Justificación científica***

Se ha generado información inédita sobre la materia orgánica (%MO), cantidad de hojarasca, textura, color del suelo, pH, humedad, porosidad, estructura

y conductividad eléctrica para el bosque montano La Palma de Chota, dichos datos tienen capacidad para ser publicados en revistas indexadas.

### ***Justificación técnica – práctica***

El motivo que llevó a elegir el tema fue la ausencia de información, sobre la incidencia de la cobertura vegetal en las características físico-químico y contenido de materia orgánica del suelo del bosque montano La Palma, Chota; lo que actualmente ha ocasionado que en dicho bosque, existan áreas que no presentan ningún tipo de cobertura arbórea (Sin cobertura vegetal), otras áreas con escasa a regular cobertura vegetal (bosque secundario), y algunas áreas que aún no han sido alteradas por la intervención del hombre, por lo que, presentan amplia cobertura vegetal (bosque primario). Siendo así, se han presentado tres condiciones de estudio (bosque primario, secundario y sin cobertura vegetal) para medir la influencia de cobertura vegetal en características física, química y contenido de materia orgánica del suelo a 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm de la superficie.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Determinar la influencia de la cobertura vegetal en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo en el bosque montano La Palma, Chota, 2022.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Determinar el contenido de materia orgánica y hojarasca en bosque primario, bosque secundario y en áreas sin cobertura arbórea en el bosque montano de La Palma, Chota.

- Determinar las propiedades físicas de los suelos de bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea en el bosque montano La Palma, Chota.
- Determinar el pH y la conductividad eléctrica en suelos de bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea en el bosque montano La Palma, Chota.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Ahmadnia et al. (2020) en “Investigating the short time effect of cover crops on physical and biological properties of soil” determinaron si los cultivos de cobertura mejoran las propiedades físico-orgánicas del suelo a corto plazo, en la granja de la Universidad de Mohaghegh Ardabili. Utilizaron el monocultivo de centeno (cereal *Secale*), garbanzo (*Lathyrus sativus* L.) y veza vellosa (*Vicia villosa*) (100%) y su doble y triple intercalado con proporciones de semilla del 50% y 33,3%, respectivamente. La materia orgánica más alta (0,53%) y la población microbiana del suelo (2600000 número por gramo) se obtuvieron del intercalado de centeno + garbanzo + veza peluda. La materia orgánica del suelo aumentó un 11,3 % con los cultivos intercalados en relación con el control (sin cultivo de cobertura). Por tanto, concluyeron que, los cultivos de cobertura mejoraron las propiedades del suelo.

Reinoso (2020) en su tesis “Influencia de la cobertura vegetal y relieve sobre el almacenamiento de carbono en el suelo del ecosistema páramo” analizó 48 muestras de suelo en Tamboloma, cantón Ambato, con lo que, determinó que, la cuantía media de carbono orgánico del suelo dentro de una zona natural (pajonal) y zona de intervención humana (pastizal) fue de 147,05 t/ha y 162,49 t/ha; el pH fue 5,64, la densidad aparente fue 0,81 g/cm<sup>3</sup> y la conductividad eléctrica fue 629,79 uS/cm. Concluyendo que, no hubieron disimilitudes en la cuantía de carbono orgánico del suelo de un pajonal o pastizal.

Pazmiño (2020) en su tesis “Influencia de la intervención en los suelos del páramo de Navag- Chimborazo en el contenido de materia orgánica” tuvo 24 puntos de muestreo en cinco tipologías de suelos intervenidos y no intervenidos (terrazas - ceniza, terrazas 1-3, lutita, tobas y tobas - andesita). Los suelos no intervenidos tienen pH de 4-6, y materia orgánica de 5,5% (105.66 ton/ Ha de C); mientras que, el pH de los suelos intervenidos fue 6 y poseen cerca de 15% de materia orgánica (219,26 ton/ Ha de C); la conductividad eléctrica de los suelos va de 0 a 2 dS/m (no salinos). Concluyó que, existe diferencias significativas entre la materia orgánica del suelo de páramos intervenidos y no intervenidos, por lo que se debe plantear como medida de intervención la reforestación.

Prommer et al. (2020) en su artículo científico “Increased microbial growth, biomass, and turnover drive soil organic carbon accumulation at higher plant diversity” determinaron si el aumento del crecimiento microbiano, biomasa y rotación impulsan la acumulación de carbono orgánico en el suelo en Jena, Alemania. Extrajeron cinco testigos de suelo por parcela a 10 cm de profundidad. El aumento de pastizales ricos en especies influyó positivamente en los parámetros fisicoquímicos y microbianos del suelo; las concentraciones de carbono orgánico del suelo aumentaron un 29% de los monocultivos a las parcelas que contenían 60 especies de plantas. Concluyeron que, el aumento sustancial del carbono orgánico se atañe con el aumento de pastizales ricos en especies y la mayor biomasa microbiana concomitante.

Cristóbal et al. (2020) en su artículo científico “Influencia de monocultivos forestales y un pastizal nativo sobre propiedades bioquímicas y físicas en la llanura pampeana” seleccionaron tres tipos de cubiertas vegetales (pino, eucalipto y pastizal nativo) en Luján, Buenos Aires, de las cuales extrajeron

muestras del suelo de 0 a 10 cm. Concluyeron que, los pastizales nativos son un entorno más favorable para la actividad microbiana que los suelos forestales, lo que se refleja en la actividad de respiración; sin embargo, los suelos forestales pueden soportar la actividad de hongos micorrizicos arbusculares pero no la comunidad microbiana en general.

Guzmán et al. (2019) en su investigación “A field evaluation of the impact of temporary cover crops on soil properties and vegetation communities in southern Spain vineyards” evaluaron el impacto en cultivos de cobertura temporal en las propiedades del suelo y las comunidades vegetales en los viñedos del Sur de España. Determinaron que, la densidad aparente seca, conductividad hidráulica, carbono orgánico y pH del suelo desnudo es 1,17 g.cm<sup>-3</sup>, 1,14 mm.h<sup>-1</sup>, 0,80 %, 7,60 y del suelo con cobertura vegetal es 1,24 g.cm<sup>-3</sup>, 0,98 mm.h<sup>-1</sup>, 1,03 %, 7,55, respectivamente. Por lo que, concluyeron que, la biomasa aérea alta en suelos con alto contenido de carbonato muestra propiedades de suelo mejoradas.

Bargali et al. (2019) en su artículo científico “Effects of tree fostering on soil health and microbial biomass under different land use systems in the Central Himalayas” evaluaron si los usos de la tierra inciden en las propiedades fisicoquímico-orgánicas del suelo en el Himalaya Central Indio. Recolectaron muestras de suelo de seis usos agrícolas, tierras de cultivo abiertas, tierras de cultivo con múltiples especies de árboles (C + mT), tierras de cultivo con una sola especie de árbol, cultivo cerca de la rizosfera de árboles, huertos familiares (HG), y tierras de descarte agrícola (ADL). Las propiedades fisicoquímicas mostraron diferencias significativas con los sistemas de uso de suelo y la altitud. La textura del suelo varía de franco arenoso a franco arcilloso según la altitud. La menor densidad y la mayor porosidad se registran en el sistema HG, mientras que, la

humedad, el pH, el C, la reserva de carbono, el N, reserva de nitrógeno del suelo y P en el sistema C + mT. Concluyeron que, el suelo con mejor calidad, ocurrió en suelos con árboles que, en tierras de cultivo abierto, atribuido principalmente a la mayor disponibilidad de materia orgánica, diversidad de hojarasca y raíces finas.

Soleimani et al. (2019) en su investigación “Influence of land use and land cover change on soil organic carbon and microbial activity in the forests of northern Iran” tuvieron por objetivo determinar la influencia del cambio en el uso y cobertura del suelo en el contenido de carbono orgánico del suelo y biomasa microbiana en bosques de Hyrcanian, Irán. Compararon un campo agrícola (AF), plantaciones de *Alnus subcordata* (AS), *Acer velutinum* (AV), *Quercus castaneifolia* (QC) y *Cupressus sempervirens* (CS), y un bosque natural (NF). Extrajeron suelo de 0 a 20, 20 a 40 y 40 a 60 cm de la superficie. Las diferentes cubiertas del suelo tuvieron incidencia significativa en las propiedades, y el carbono orgánico del suelo aumentó en un 25%. y 1,11% después de la conversión de plantaciones de NF a CS y AS, y disminuyó en 4 %, 12,11 % y 53 % cuando se convirtió NF a QC, AV y AF respectivamente. Concluyeron que, la forestación eleva la cuantía de carbono orgánico en el suelo.

Madrigal et al. (2019) en su estudio “Influencia de la cobertura, pendiente y profundidad, sobre el carbono y nitrógeno del suelo” analizó el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) y el nitrógeno (Nt) del suelo de 0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm, con pendiente, donde hay bosques de oyamel, pino y pino-aile. Concluyeron que, la cobertura tuvo efecto sobre el COS y los datos más elevados de Nt fueron en Pino-Aile.

Montenegro (2018) en su tesis “Efecto de la cobertura vegetal sobre parámetros del suelo de parcelas de granos básicos, en tres comunidades de Estelí y Yalagüina, 2017” analizó el suelo para parcelas con manejo de cobertura y testigos de manera separada por comunidad (Quebrada Arriba, Cerro Grande y La Libertad) en tres estratos (0-10, 10-20, 20-30 cm). La humedad gravimétrica media de la parcela con manejo de cobertura y de la parcela testigo es 22,32% y 20,99%, así mismo, la biomasa de la macrofauna es 0.12 g y 0.06 g. Concluyeron que, la cobertura incide en los parámetros del suelo, sobre todo para la humedad en muestras mayores a los 20 cm de suelo.

Bargali et al. (2018) en su estudio “Effect of vegetation type and season on microbial biomass carbon in Central Himalayan forest soils, India” determinaron el efecto de tres tipos de bosques (bosque de banj-roble, bosque de pino chir y bosque mixto de roble y pino) sobre las propiedades fisicoquímicas y la biomasa microbiana Carbono del suelo en el Himalaya central, India. Los cocientes microbianos del suelo fueron más altos en el bosque de pino chir (2.52–4.18) y el bosque de roble Banj (2.26–4.02) que los informados en el bosque mixto de roble y pino (1.44–2.24), así mismo, aunque insignificantes, todos los tipos de bosque mostraron distintas variaciones estaciones en el carbono con un valor mínimo en invierno y máximo en la temporada de lluvias. Por lo que, concluyeron que, los bosques de roble y pino, mejoran la calidad del suelo.

Ortiz et al. (2018) en “Influencia de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh y *Opuntia ficus-indica* L. Mill en las propiedades físicas y químicas del suelo” seleccionaron tres rodales, dos rodales con *Opuntia* (especie invasora) y uno solo con eucalipto, en la “Universidad Autónoma Chapingo”. La densidad aparente del suelo fue 1,36, 1,24 y 1,22 gcm<sup>-3</sup>, la materia orgánica fue 2,50%, 4,90%, y 2,57%,

el pH fue 7,10, 7,24 y 5,89, para el rodal 1, 2 y 3, respectivamente. Concluyeron que, las plantaciones de eucalipto y los residuos vegetales, como las hojas muertas, las ramas y la corteza, mejoran las propiedades del suelo., así mismo, no hay diferencia significativa en las propiedades del suelo solo con eucalipto y con eucalipto - opuntia, el mayor contenido de potasio y los niveles más bajos de pH fueron en las plantaciones que contenían únicamente eucaliptos.

Quichimbo et al. (2012) en “Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador” analizaron (8) tipos de cobertura y uso del suelo de la microcuenca del páramo de Quimsacocha, de donde se tuvieron 36 sitios de muestreo alterado e inalterado según horizontes superficiales y subsuperficiales. En el suelo superficial, la conductividad eléctrica es 0,73, 0,19, 0,12, 0,31, 0,49, 0,17, 0,22 y 0,29  $\text{dSm}^{-1}$ , y la materia orgánica es 483,83, 191, 339.33, 292,37, 266,75, 294,04, 394,17 y 311,40  $\text{g kg}^{-1}$  para almohadillas, bosque montano alto, bosque de pino, bosque de polylepis, cultivo de papas, pajonal, pajonal quemado y pasto, respectivamente. Concluyeron que, los cambios de cobertura incidieron sobre las propiedades de suelos Andisoles.

Decker y Boerner (2003) en su investigación “Influencia de la elevación y la vegetación sobre las propiedades del suelo de los bosques chilenos de *Nothofagus*” tuvieron como muestra cinco rodales, tres fueron monoespecíficos y los otros dos de composición mixta, dentro del bosque continuo de *Nothofagus* en Chile. Concluyeron que, el equilibrio de la vegetación, incluidas las especies caducifolias y perennes, determina las propiedades bioquímicas del suelo con más fuerza que el cambio climático.

### 2.1.2. *Antecedentes nacionales*

Huamán-Carrión et al. (2021) en su investigación “Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de pastos naturales altoandinos” han determinado la incidencia de la variación altitudinal en el carbono orgánico y demás rasgos del suelo, en la microcuenca del río Chumbao, San Jerónimo, Andahuaylas, Apurímac. El carbono orgánico en el suelo para los pastos *Stipa ichu*, *Festuca* y *Calamagrostis*, en la gradiente altitudinal, presentan media de 365,17, 365,13 y 363,34 t ha<sup>-1</sup>, la materia orgánica media es 21,6%. Concluyeron que, la capacidad de los pastizales naturales del altiplano andino para almacenar carbono orgánico en el suelo está influida por el gradiente de altitud y la temperatura del suelo. Por lo tanto, debe fomentarse la restauración de los pastizales degradados mediante métodos no invasivos.

Erazo (2019) en “Influencia de la pendiente y textura del suelo en el stock de carbono en coberturas boscosas, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas” seleccionó 22 parcelas del proyecto paisajes sostenibles para la Amazonía, comprendidas entre bosques densos (BD), bosque secundario (BS), vegetación arbórea (VA) y vegetación boscosa (VB) en las que realizó muestreos a 0-10, 10-20 y 20-50 cm., reservas medias de carbono por tipo de cubierta. BD, BS, VA y VB fue 263,22, 154,73, 119,57, y 84,24 Mg C\*ha<sup>-1</sup>. Llegó a la conclusión de que el gradiente de la pendiente y la estructura del suelo no afectaban a las reservas de carbono, pero sí el tipo de cubierta forestal.

Yanac (2018) en su investigación “Efecto comparativo de tres tipos de cobertura vegetal en el mejoramiento de suelos degradados en el distrito de Monzón 2017” determinó la incidencia de tres coberturas vegetales (*Kudzu* tropical, *Canavalia ensiformis* y *Centrosema macrocarpum*) en suelos degradados.

El pH es 4,69, 4,74, 4,82, 4,76, y la materia orgánica es 1,32, 1,89, 1,37 y 1,97% para suelo sin cobertura, Kudzú tropical, Canvalia y Centrosema, respectivamente. Concluyó que, la cobertura que logró mayor y menor cuantía de materia orgánica en el suelo fue cobertura Centrosema y testigo, respectivamente.

Romero (2017), en “Relaciones de la diversidad arbórea y el suelo en la gradiente altitudinal del valle de Chanchamayo” describió las características edáficas de nueve parcelas en el valle de Chanchamayo, en San Ramón, Junín. Realizó el muestreo a 0-10 cm y 30-40 cm en bosque montano (P-GC), bosque de ladera (P-GL), bosque secundario (P-LGSEC 2), bosque secundario tardío (P-GBST), bosque sub-boreal (P-GSX), bosque montano (P-PA), bosque de ladera (P-PL), bosque de ladera alto (P-PL2), y bosque de ribera (P-PR) determinando que tenían pH de 6,8, 6,3, 5,6, 5,3, 5,2, 4,8, 5,0, 5,7, 4,8, densidad 1,18, 1,26, 1,26, 1,04, 1,12, 0,68, 0,72, 0,89, 0,76 g/cm<sup>3</sup>, conductividad eléctrica de 0,22, 0,15, 0,07, 0,11, 0,08, 0,06, 0,18, 0,25, 0,26 dS/m, y materia orgánica de 2,7, 1,9, 2,0, 2,0, 2,5, 6,2, 5,1, 3,9, 5,8%, respectivamente. Concluyó que, la variedad arbórea en los bosques analizados sólo se relaciona en parte con la productividad y el tipo de suelo.

Valles (2016) en su investigación “Relación entre las características de la vegetación y el suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos –Nauta, Loreto – Perú” relacionó la diversidad y estructura de las comunidades vegetales con las características químico-físicas (potasio, fósforo, materia orgánica, pH) del suelo de 37 parcelas de 50 x 20 m en el trayecto de la carretera Iquitos – Nauta. La materia orgánica varío entre 0,41 y 8,723%, con una media del 4,3%, y el pH varío entre 3,12 y 7,67, con una media de 4,29, lo que indica una condición muy ácida

o ligeramente alcalina. El informe concluye que, el número de especies en un lugar está correlacionado negativamente con P, k, materia orgánica y pH.

Ottos (2015), en su tesis titulada “Relación entre el contenido de materia orgánica y nitrógeno total de los suelos de la provincia de Leoncio Prado”, relacionó la materia orgánica con el contenido de nitrógeno total. Analizó 275 muestras de la provincia de Leoncio Prado, concluyó que, la materia orgánica es mayor en las terrazas y menor en las montañas, con 3,75% y 2,69% respectivamente.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Altamirano (2022) en su investigación presentada en la UNACH, titulada “Efectos de la *Erythrina edulis* Micheli en la fertilidad edáfica de un sistema agroforestal en la provincia de Chota, Cajamarca” determino la composición y abundancia de las especies en función del N, P, K, materia orgánica, textura, pH, conductividad eléctrica del suelo extraído de parcelas a una profundidad de 25 cm, para sistemas agroforestales (SA) y parcelas de control (PM) en el Calvario y Retama. En el Calvario, el suelo tiene pH de 7,04% y 7,06%, conductividad eléctrica de 474,50 umohs/cm y 350,50 umohs/cm, materia orgánica de 4,07% y 2,33% para SA y PM. En la Retama, el suelo tiene pH 6,91% y 7,20%, conductividad eléctrica 469,50 umohs/cm y 500,00 umohs/cm, materia orgánica de 3,33% y 2,87% para SA y PM. Concluyo que los sistemas agroforestales que utilizaban *E. edulis* contribuían a la fertilidad del suelo porque tenían mayores concentraciones de nitrógeno y materia orgánica que las parcelas de control.

Burga (2019) en su tesis “Determinación del carbono en el suelo del bosque del caserío La Palma, Chadín, Chota” extrajo suelo a 0-10, 10-20 y 20-30 cm en bosques primarios y secundarios para determinar el carbono orgánico,

densidad aparente, color del suelo en La Palma, Chadín. En el bosque primario, su contenido de carbono orgánico es 37,22, 47,13, y 49,22 t ha<sup>-1</sup> para las 0-10, 10-20 y 20-30 cm. En el bosque secundario el carbono orgánico es 39,23, 37,12, 29,50 t ha<sup>-1</sup> para las profundidades 0-10, 10-20 y 20-30 cm. Se Concluyó que los bosques no perturbados acumulaban la mayor cantidad de carbono orgánico en los 30 cm superiores.

## **2.2. Bases teórico – científicas**

### **2.2.1. Degradación del suelo**

El desarrollo económico mundial está asociado con un consumo creciente de alimentos. La tierra agrícola, sin embargo, sufre sobreexplotación y está sujeta a choques ambientales que se prevé que sean más severos debido al cambio climático. La expansión de las actividades económicas aumenta las unidades efectivas de suelo, pero contribuye a una pérdida agregada de los servicios ecosistémicos que protegen el suelo, lo que exacerba la degradación del suelo en el momento de un choque (Brausmann y Bretschger, 2018).

La degradación se produce generalmente por una mayor destrucción de los agregados macroscópicos, la disminución de la biomasa microbiana y la merma de materia orgánica, que se inducen como externalidades negativas de las actividades económicas agregadas (Brausmann y Bretschger, 2018). Los efectos negativos importantes sobre la calidad del suelo surgen del propio sector agrícola, creando cambios potencialmente dañinos en los sistemas ecológicos (Lichtenberg, 2002). Por ejemplo, los cambios en el uso de la tierra, el riego o la deforestación pueden provocar la erosión del suelo y la debilidad de nutrientes.

A menudo se cree que la presión humana sobre el suelo ha alcanzado un límite crítico, reduciendo o incluso eliminando sus funciones esenciales, (Islam y

Weil, 2000). Las presiones humanas pueden implicar un uso insostenible de la tierra y vulnerabilidad a la degradación de la tierra, incluidos el cultivo excesivo, el pastoreo excesivo, las malas prácticas de riego, la desertificación y los trabajos industriales contaminantes (Nkonya et al., 2011). La producción y la seguridad alimentaria son preocupaciones mundiales, pero las pérdidas de suelo son especialmente agudas en las regiones áridas, semiáridas, montañosas o tropicales, donde la falta de protección puede provocar que la calidad del suelo se deteriore considerablemente y el rendimiento disminuya (Brausmann y Bretschger, 2018). Por ello, este tipo de problemas ambientales ameritan una investigación profunda desde una perspectiva teórica.

### **2.2.2. *Cambios en el uso y la cobertura vegetal de la tierra***

Las variaciones en el uso y la cobertura del suelo, involucran dinámicas de sistemas sociales y ambientales que pueden conducir a transiciones rápidas de uso, cambios del régimen ecológico e impactos distantes. Por ejemplo, las transiciones forestales pueden ocurrir abruptamente debido a varias combinaciones del crecimiento del empleo no agrícola, la escasez de bosques, la diversificación del uso de la tierra para los pequeños agricultores, entre otros (Rudel et al., 2020). Así mismo, es probable que el aumento de la cubierta forestal se deba en gran medida a la forestación o reforestación, con diferentes impactos en el valor ecológico de la nueva cubierta terrestre, su funcionamiento y el servicios ecosistémicos generados (Turner et al., 2021).

## **2.3. Marco conceptual**

### **2.3.1. Bosque**

Bosque incluye bosques naturales y plantaciones. Se utiliza para denotar los terrenos con un dosel de árboles superior al 10% y área mayor a 0,5 hectáreas. Un bosque se caracteriza porque hay árboles y otros usos del suelo de importancia. Los árboles generalmente deben tener más de 5 m de alto, no obstante, los bosques también incluyen rodales jóvenes que, aún no han alcanzado una densidad de tala del 10% de los árboles de 5 m, así mismo, se incluyen en el bosque, las áreas temporalmente despobladas (Convention on Biological Diversity [CBD], 2022).

#### **2.3.1.1. Tipos de bosques**

Un tipo de bosque es un grupo de ecosistemas forestales de composición generalmente similar que, se puede diferenciar fácilmente de otros grupos similares por su composición de especies de árboles y sotobosque, productividad y/o cierre de copas (CBD, 2022).

##### **Bosque primario**

El término bosque primario se percibe comúnmente como el tipo de bosque clímax, para una región y un entorno determinado, que se considera relativamente estable (Chokkalingam y De Jong, 2001). Bosques regenerados naturalmente por especies autóctonas, sin huellas visibles de actividades humanas y sin cambios significativos en los procesos ecológicos. (FAO, 2010, p. 22). Los bosques primarios son aquellos que nunca han sido desbrozados e, independientemente de su edad, son el resultado de perturbaciones y procesos naturales. (CBD, 2022).

## Bosque secundario

Son bosques creados como resultado de la degradación de la cubierta forestal natural o provocada por el hombre (Corlett, 1994). Un bosque en el que la vegetación forestal original se ha regenerado de forma natural tras una grave perturbación natural o humana. La perturbación podría haberse producido en cualquier momento o durante un largo periodo de tiempo. El bosque puede diferir significativamente de los bosques primarios adyacentes o de zonas similares en cuanto a la estructura del dosel y/o la disposición de las especies. (FAO, 2005, p. 33).

Son bosques que, se restablecen en gran medida de forma natural luego de un cambio antropológico y/o natural, en un solo momento o por un periodo prolongado, y que muestran una gran diferencia en la estructura y/o composición de bosques primarios colindantes (Chokkalingam y De Jong, 2001).

## Bosque de plantaciones

Un bosque de plantación puede ser una tierra forestada o un bosque secundario establecido por plantación o siembra directa. Existe un gradiente entre los bosques de plantación desde monocultivos de una sola especie de edad uniforme de especies exóticas con un objetivo de producción de fibra hasta especies mixtas, nativas del sitio con ambos objetivos de fibra y biodiversidad (CBD, 2022).

## Áreas sin cobertura arbórea

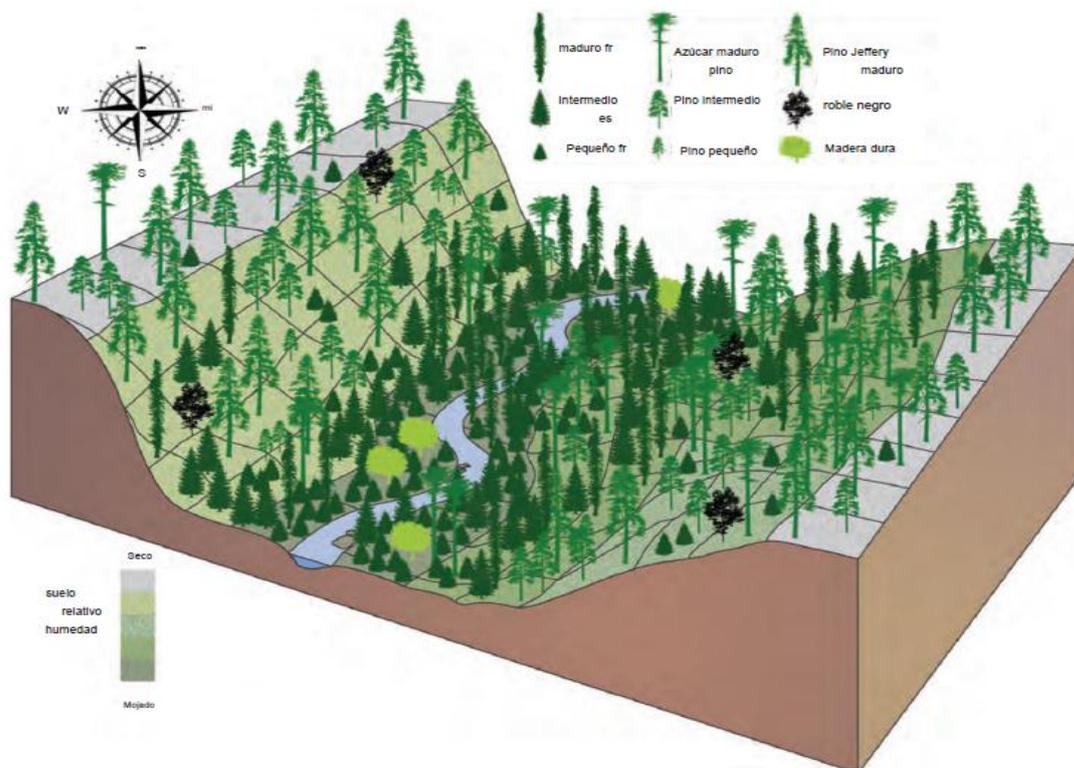
No se consideran bosques, son áreas en las que no existe gran cantidad de árboles o se ha perdido el volumen de dosel a causas naturales o humanas.

### 2.3.2. *Bosque montano*

Los bosques montanos son centros de alta diversidad biológica (Fig. 1). Son ecosistemas a priori porque son "reservorios de biodiversidad y proporcionan servicios ecosistémicos, como la regulación del agua y el mantenimiento de su calidad (Kvist et al., 2006). El bosque montano se encuentra en las montañas, es un ecosistema afectado por un clima más frío en elevaciones moderadas; donde, los bosques densos son comunes entre 1000 - 2000 m de altura; entre 1500 - 3000 m hay bosques templados con árboles de coníferas, y a mayor altura son más comunes los pastizales templados; pero los bosques montanos son levemente afectados por el uso de recursos humanos, por lo que, hay: bosques primarios, secundarios, de plantaciones y sin cobertura (North et al., 2016).

**Figura 1**

*Esquema del paisaje de un bosque montano*



Nota: La densidad y la composición del bosque varían según las características topográficas, como la pendiente, el aspecto y la posición de la pendiente (North et al., 2016).

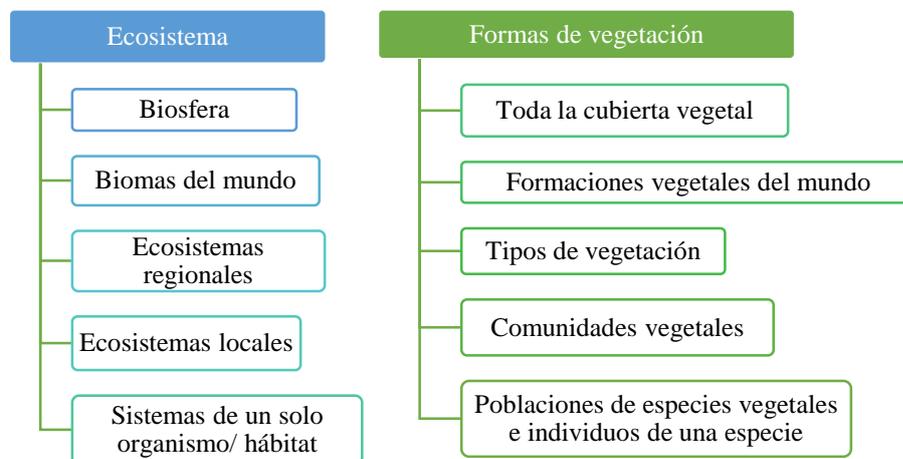
### 2.3.3. Vegetación

Las definiciones de los diccionarios suelen describir a la vegetación, como el conjunto de plantas o el crecimiento de las mismas en masa, para el ecologista, esta definición es insuficiente; la vegetación representa un término más extenso que la flora y se relaciona específicamente con la diversidad de plantas de un área especialmente, la vegetación se puede considerar como el mosaico de comunidades de plantas en todo el paisaje, según escala (Fig. 2), siendo así, el término vegetación se usa para describir las características generales de la cubierta vegetal en un área (Kent, 2011).

Según argumenta, Kent (2011) cada planta se clasifica según un sistema jerárquico de identificación y nomenclatura que utiliza criterios cuidadosamente seleccionados de fisonomía y forma de crecimiento, siendo así, los individuos de una especie tomados en conjuntos, forman una población de especies, y dentro del área local de unos pocos metros cuadrados hasta quizás un kilómetro cuadrado, los grupos de poblaciones de especies de plantas que se encuentren creciendo juntos se conocen como comunidades de plantas.

**Figura 2**

*Escala de la vegetación*



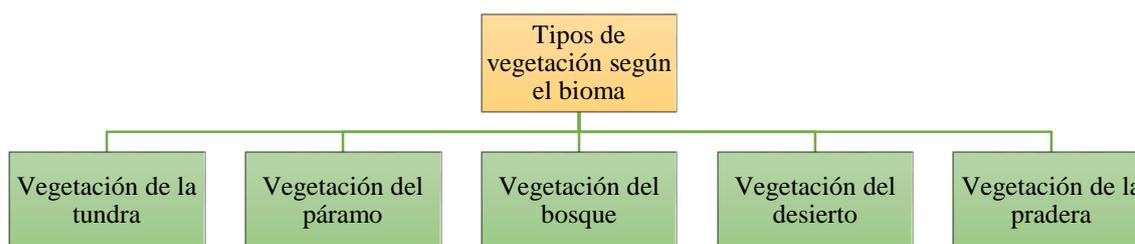
Nota: (Kent, 2011).

### 2.3.3.1. Tipos de vegetación

Una clasificación del tipo de vegetación mucho más concreta es según el bioma o paisaje bioclimático en que se encuentra la vegetación, zonas que comparten características de flora, fauna y clima (Fig. 3).

#### **Figura 3**

*Tipos de vegetación según el bioma*



Nota: (Hartshorn y Hammel, 1994).

En la actualidad, varios estudios investigan la clasificación ecológica y de la vegetación de la región andina central occidental de Perú con el fin de destacar y describir la heterogeneidad de las condiciones ecológicas y de la vegetación a diferentes escalas espaciales. Se han realizado algunos estudios sobre las características de la vegetación en la sierra de la provincia de Lima. (Weberbauer, 1945), Ofrece una visión general de la vertiente occidental de los Andes en el centro de Perú. Según el autor, se pueden distinguir dos estratos de vegetación en la región andina, entre 1000 y 3900 msnm, que, corresponden a la geografía de la vegetación. Asimismo, el mapa de vegetación de Perú se basa en la humedad, la geomorfología de la vegetación y las formas del terreno. (MINAM, 2015), el matorral se considera un tipo de vegetación típica de los Andes occidentales y centrales en altitudes comprendidas entre 1 500 y 3 800 m sobre el nivel del mar.

### 2.3.4. Suelo

La definición de suelo tiene muchos matices: para un agricultor, es el lugar donde se siembran las semillas y crecen los cultivos; para un geólogo, es la capa

de suelo que se encuentra sobre una roca; para un ecologista, es parte del ecosistema que, se estudia; para un químico, es el medio donde se dan las fases líquida, sólida, y gaseosa (Jaramillo, 2002, p. 20); en este estudio, el suelo es la cáscara endurecida de la superficie de la tierra que soporta el crecimiento de plantas y otros organismos.

El suelo, al igual que los demás recursos locales, merece una atención especial, ya que es un sistema dinámico, en constante cambio y transformación, resultado de la interacción de procesos fisicoquímico-biológicos que, suceden simultáneamente y que, forman un sustrato: la base del suelo. Proporciona alimento, agua y apoyo a las plantas y otros organismos (Henríquez, 1999).

#### 2.3.4.1. Perfil del suelo

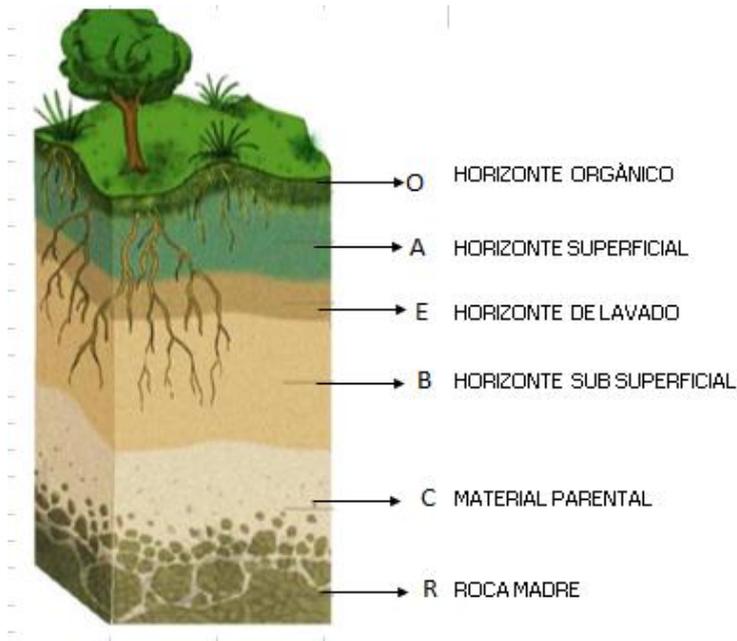
Loayza y Yáñez (2009), afirma que, la alineación y evolución de la tierra, por predominio de los componentes ambientales llevan a la formación de capas sucesivas, paralelas a la superficie, con claras diferencias en características como la textura, el color y la planicidad, llamadas horizontes; esto se denomina “delineación”. Cuando se descompone, el material original o la roca madre proporciona los elementos inorgánicos del perfil, mientras tanto la vegetación produce materia orgánica. Los componentes climáticos y biológicos inducen a la metamorfosis y composición de estos elementos. La diferenciación de las capas y sus propiedades es el resultado de varios procesos, que pueden resumirse como crecimiento, reducción, transformación y transición del material, a menudo a lo largo de largas escalas de tiempo que pueden abarcar miles de años. El suelo se da por la interacción de diferentes procesos, y es importante entender que estos procesos interactúan entre sí.

- Adiciones, son restos vegetales y productos de descomposición, carbón y ácido nítrico, polvo fino, productos de la erosión acumulados en zonas bajas, depósitos aluviales, sedimentos arrastrados por el viento, cenizas volcánicas y otros materiales volcánicos.
- Sustracciones, el agua que contiene productos disueltos y sólidos finos en suspensión elimina completamente una/varias sustancias del perfil.
- La eliminación completa del suelo por la erosión puede conducir al descubrimiento de material que puede convertirse en suelo.
- Transferencias, la eliminación de componentes de la capa superficial del suelo, incluida la capa de humus de la tierra vegetal, y su deposición en las capas inferiores por la acción del agua; este proceso se denomina lixiviación y contribuye a la nivelación o, en algunos casos, a la destrucción de las capas del suelo.
- Transformaciones, esto incluye la conversión de la materia orgánica para formar el humus, la conversión de minerales naturales para liberar sales solubles y la transición a los minerales secundarios (silicatos), que proporcionan el intercambio iónico con la solución del suelo (agua elemental) y las raíces de la vegetación.

Los horizontes se dividen según el desarrollo del perfil y se indican con las letras a, b y c. (Loayza y Yáñez, 2009). El perfil también muestra que las capas se pueden distinguir por el color a medida que se van formando estas capas o estratos. Cuando el material parental está disponible y la vegetación comienza a cubrirlo y a crecer sobre él bajo ciertas condiciones favorables, pronto se parte: la capa de materia orgánica ya incrustada en la capa superior del material, el llamado horizonte A, y el material parental del horizonte C. (Fig. 4).

#### Figura 4

*Tipologías de espacios primordiales que consiguen mostrar el contorno del suelo*



Nota: (Ministerio Del Ambiente, 2014).

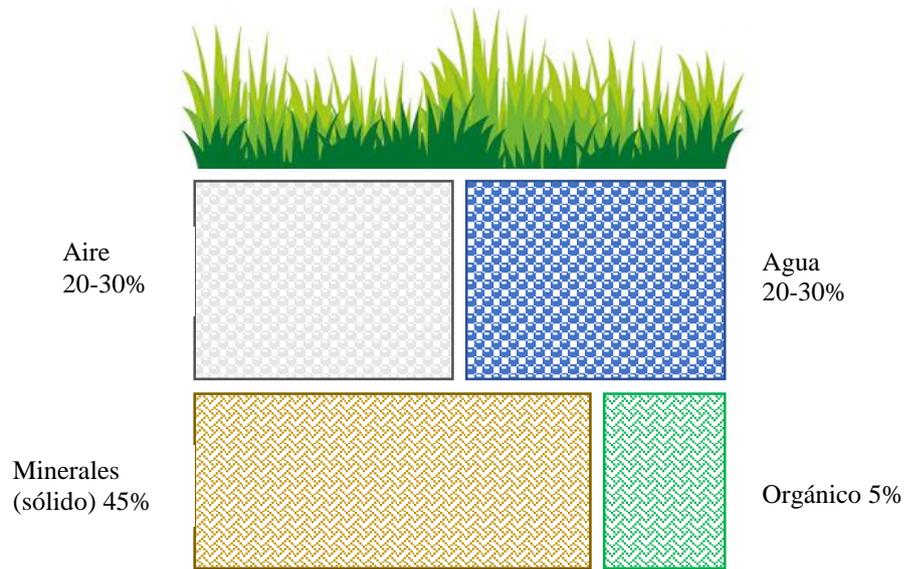
#### 2.3.4.2. Componentes del suelo

Calvache (2010), afirmó que, en el suelo se distinguen la fase líquida, sólida, y gaseosa. En términos de volumen, el sólido representa el 50% del volumen; y en el espacio libre restante están las otras fases (Fig. 5):

- Fase sólida: Los compuestos minerales y orgánicos se forman por meteorización de rocas y restos vegetales; son la reserva de agua que, necesitan las plantas, y determinan el nivel en que, se cumple las funciones del suelo que, favorecen el crecimiento de las plantas.
- Fase líquida: Cambia debido a la evaporación, la absorción de las raíces, las precipitaciones, el riego, etc.
- Fase gaseosa: Las fluctuaciones atmosféricas en los poros del suelo dependen de la difusión de los gases y traslación del aire en el suelo.

## Figura 5

### Componentes del suelo



#### 2.3.4.3. Factores de la formación del suelo

Según la Figura 6 son: clima, el material parental (lecho de roca), la biología, la topografía y el tiempo. (Jaramillo, 2002, p. 33).

##### a) Clima

El clima de las diferentes regiones se debe a diversos factores: latitud, viento predominante (caliente, frío, húmedo o seco), altitud, dirección de la pendiente, corrientes oceánicas frías o cálidas, vegetación, etc. (FAO, 2006)

González et al. (1986) indica que, las precipitaciones se distribuyen de diversas formas; una parte escurre por la superficie del suelo, otra se infiltra y se mezcla con materia soluble, y otra puede evaporarse y acumularse en la superficie en forma de aire. La cantidad efectiva de lluvia es la parte que llega y permanece en la superficie y la parte que se infiltra y percola a lo largo del perfil.

##### b) Roca madre

La meteorización de las rocas y los materiales que contienen afecta al producto resultante (suelo). Las rocas agregadas o metamórficas pueden ser más

o menos variables en su composición mineral, lo que se refleja en el suelo. Por ejemplo, el basalto, rico en minerales de Fe-magnesio, dará un suelo diferente y menos pobre en condiciones de alteración similares que la cuarcita, rica en cuarzo, un mineral que no aporta nutrientes a las plantas. (Calvache, 2010).

c) Microorganismos

Perfeccionan el acceso y la acumulación de agua, la tenacidad al desgaste, descomposición de nutrientes vegetales y materia orgánica. Biodiversidad del suelo, tamaño de la población biológica en el suelo y sus actividades depende de los métodos de tecnología agrícola, entre ellas la agricultura, el control fitosanitario y gestión de los tallos, acolchado y fertilización (Jaramillo, 2002). Son vitales porque aportan biomasa, participan en ciclos geoquímicos, como C, N, P y S, y también participan en procesos relacionados con la nutrición de las plantas, algunos microorganismos pueden adherirse a ellas y mejorar su nutrición, como los rizobios, que se utilizan para la fijación biológica del nitrógeno.

d) Relieve

En términos sencillos, el relieve puede describirse como las formas que, aparecen en la superficie de la tierra (Jaramillo, 2002, p. 93). Según González et al. (1986) se interpreta como una configuración de formas del terreno basada en diferencias horizontales debidas a elevaciones, depresiones u otras irregularidades. Estas irregularidades dependen de la forma, el tamaño o la formación rocosa del terreno y tienen nombres genéricos como colinas y valles.

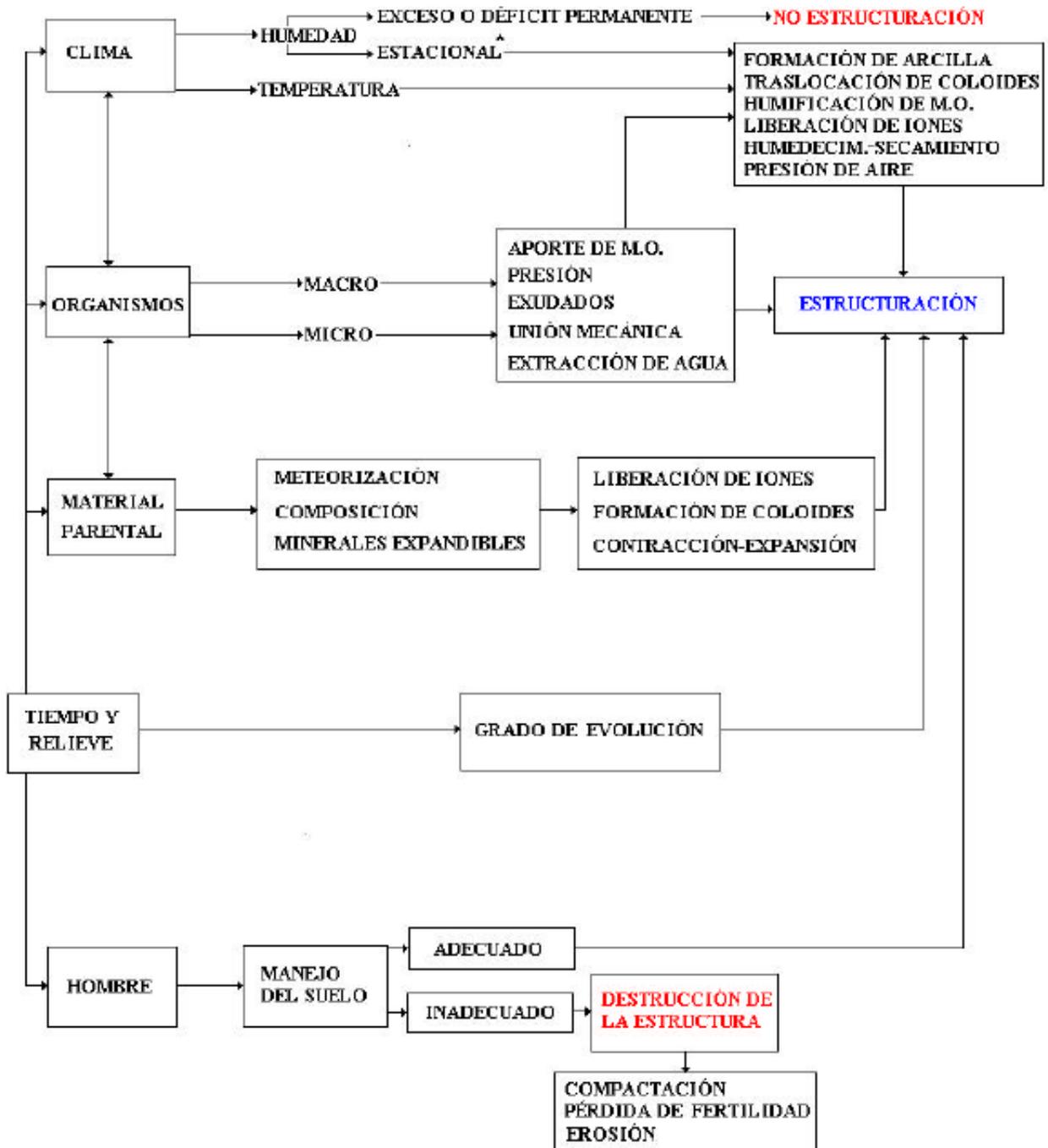
e) Tiempo

González et al. (1986) hay que recordar que la edad del suelo está limitada por el tiempo de su formación. Puede tratarse de catástrofes naturales (asentamientos, erupciones volcánicas, inundaciones) o de cambios

antropogénicos como la deforestación y los incendios. Según Jaramillo (2002, p. 99), para determinar la edad del suelo, son importantes las edades de las rocas, material parental y terreno.

**Figura 6**

*Desarrollo de la estructura del suelo*



Nota: (Jaramillo, 2002, p. 102).

## 2.3.5. Propiedades físicas del suelo

### 2.3.5.1. Textura

“Es una propiedad física debida a la composición de los granos de arena, limo y arcilla (Figura 7), cuyos diámetros se tienen en cuenta en la escala ICS” (MINAM, 2014). La textura es una propiedad que determina la abundancia relativa de partículas menores de 2 mm de diámetro (es decir, partículas finas del suelo) en el suelo; estas partículas se denominan detritus y se dividen en tres clases según su tamaño (Tabla 1): arena, arcilla y marga. (Jaramillo, 2002, p. 165)

**Tabla 1**

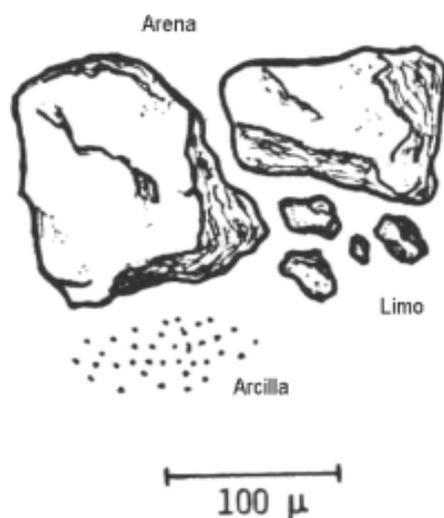
*Rango de diámetro de las partículas del suelo*

Separado	Rango de diámetro de partícula (mm)		
	USDA	ISSS*	DIN y BSI **
Arena	0,05 a 2	0,02 a 2	0,08 a 2
Limo	0,002 a 0,05	0,002 a 0,02	0,002 a 0,08
Arcilla	Menor a 0,002	Menor a 0,002	Menor a 0,002

Nota: \* Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo; \*\* DIN: Instituto Alemán de Estándares; BSI: Instituto Británico de Estándares (Jaramillo, 2002, p. 165).

**Figura 7**

*Relación en diámetro del suelo*



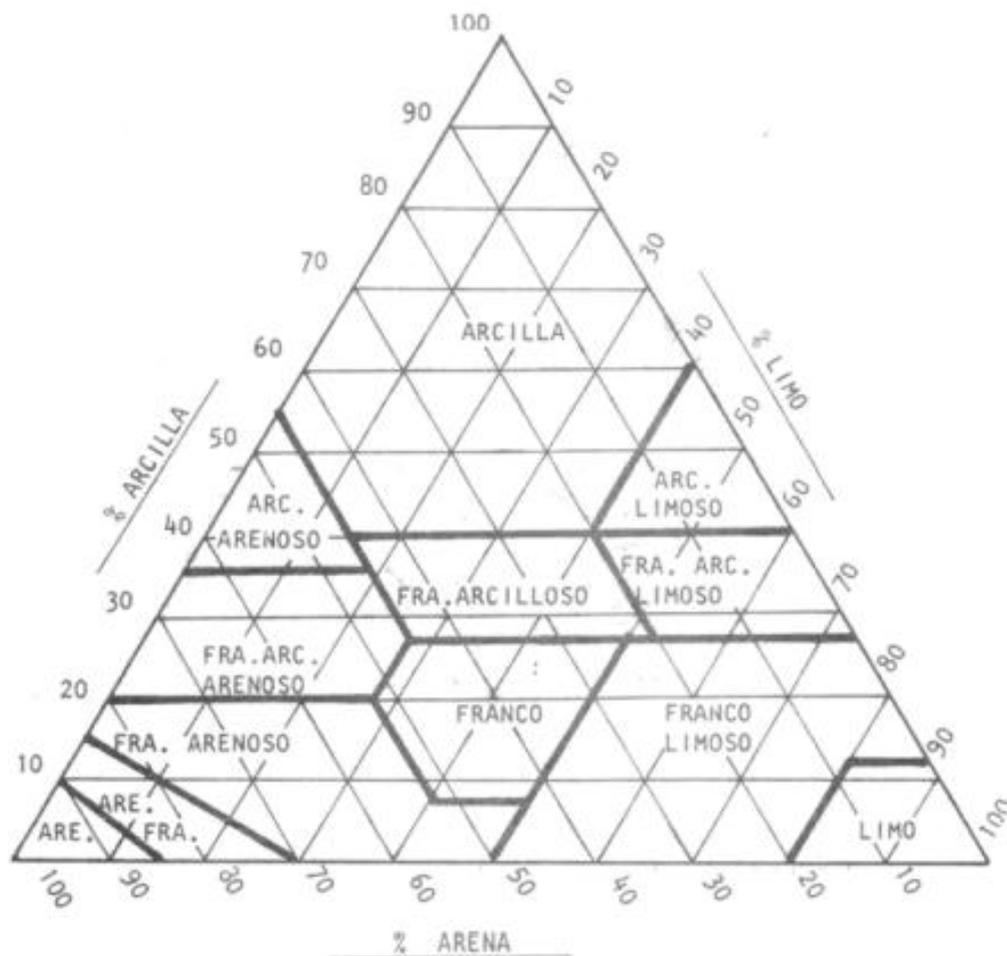
Nota: (Rucks et al., 2004, p. 3).

## Clases texturales

Se pueden utilizar diferentes métodos para determinar la clase de tamaño de grano o la clase de textura del suelo. Cada vez se utilizan más los triángulos, y el triángulo de referencia es un triángulo equilátero; tiene un eje de 10 x 10 (0-100) en el que se sitúa el número de elementos que representa; normalmente un lado del triángulo atañe a cada tipo de textura., tal como se observa en la Fig. 8 (Rucks et al., 2004, p. 8)

### Figura 8

*Triángulo textural del suelo*



Nota: El interior del triángulo está fraccionado en casillas, cada una representa una clase de suelo caracterizada por uno o dos elementos principales: arena, arcilla, limo, arcilla, limo, arcilla, arenoso, etc. (Rucks et al., 2004, p. 9).

### 2.3.5.2. Densidad aparente

Se detalla como el peso del suelo por unidad de volumen. En el suelo, hay dos densidades: si sólo se tiene en cuenta la masa de las partículas sólidas, se obtiene la densidad verdadera; si, además de la masa de las partículas, se tiene en cuenta su organización, se obtiene la densidad aparente. (Jaramillo, 2002, p. 183).

Según Rucks et al. (2004, p. 11), la densidad total es la analogía entre masa seca de la muestra de suelo (105 °C) y el volumen de la muestra en el suelo.

$$Da = \frac{a}{b+c} \quad (1)$$

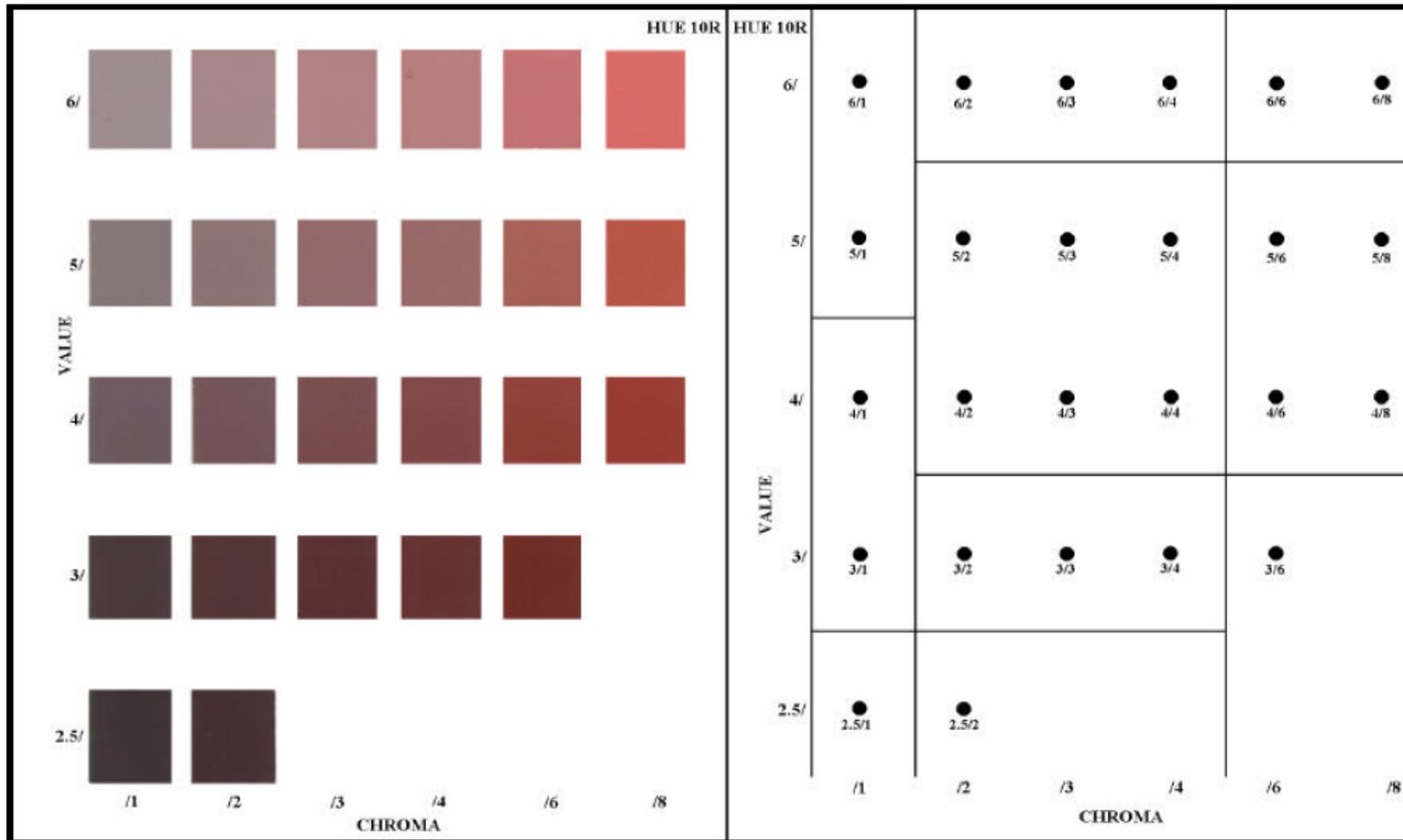
Según la fórmula 1, la densidad aparente ( $Da$ ) es la suma de la masa o masa seca ( $a$ ) de los sólidos de la muestra y el volumen ( $b$ ) y el volumen de poros ( $c$ ) de los sólidos de la muestra.

### 2.3.5.3. Color del suelo

Evidencia su estructura y las condiciones de oxidación y reducción. Suele determinarse por la presencia de materia orgánica de humus muy fina (oscura), óxidos de hierro (amarillos, marrones, naranjas y rojos), óxidos de manganeso (negros) y otras partículas o por el color de la roca. En condiciones húmedas (o preferiblemente en condiciones secas y húmedas), el color de la matriz del suelo debe registrarse para cada horizonte utilizando los tonos, valores y matices de la carta de colores del suelo de Munsell (1975), en la Fig. 9. El matiz nos muestra el color espectral dominante (rojo, amarillo, verde, azul o violeta); el valor es la claridad u oscuridad del color, de 1 (oscuro) a 8 (claro); y el valor es la nitidez o intensidad del color, de 1 (claro) a 8 (luminoso). Si el horizonte del suelo no tiene un color dominante, se denomina horizonte moteado y se le asignan dos o más colores. Además de las asignaciones de color, también se pueden utilizar los nombres de color estándar Munsell (1975). Para la cartografía de rutina, el color

del suelo debe determinarse comparando el color de los restos frescos (almohadillas) sin luz solar directa con las cartas Munsell (1975). Para fines especiales, como la clasificación del suelo, puede ser necesario un colorante adicional o material abrasivo. Dependiendo de la composición estructural del suelo, también pueden observarse contrastes de color, por ejemplo, en la capa de áridos. Siempre que sea posible, el color del suelo debe determinarse en las mismas condiciones. Además, las mediciones del color realizadas por la misma persona o por diferentes personas no suelen ser coherentes. Dado que el color del suelo es importante para varias propiedades del mismo, como el contenido de materia orgánica, el estado de oxidación o reducción y la clasificación del suelo, se recomienda realizar análisis cruzados periódicos (FAO, 2009).

Figura 9 Colores de la tabla matriz 10R



Nota: (Adaptada de Munsell Color, 1990; citado por Jaramillo, 2002; p. 123).

### 2.3.6. *Propiedades químicas del suelo*

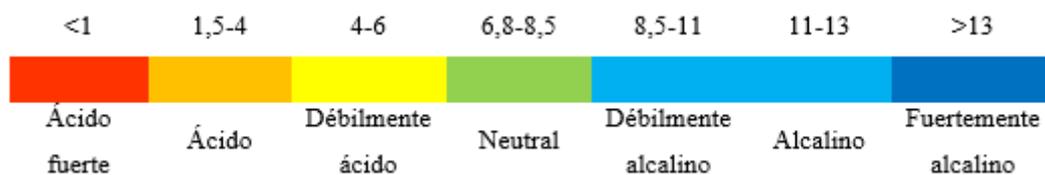
#### 2.3.6.1. pH (potencial de hidrógeno)

Establece la acidez o alcalinidad del suelo y la unión de los iones de hidrógeno ( $H^+$ ) a las partículas de la superficie (FAO, 2019). Define la actividad químico-biológica (Bautista et al., 2004). El pH del suelo se calcula de forma calorimétrica o potenciométrica mediante la suspensión del suelo en agua o solución salina. (Jaramillo, 2002).

Según NCH (2019), el nivel de pH (Fig. 10) es de pH 0 a pH 14; siendo la medida de acidez de pH (0-6) o alcalinidad (8-14).

**Figura 10**

*Escala pH*



Nota: (NCH, 2019).

#### 2.3.6.2. Conductividad eléctrica (CE)

Padilla (2007) indica que la conductividad eléctrica tiene estrecha relación con el contenido de sales, por ser este el elemento conductor de la corriente eléctrica. Estas sales suelen ser una mezcla de cloruro de sodio, de magnesio, de calcio, sulfato, bicarbonato, nitrato y borato, de todas formas: Ciertas sales o combinaciones de sales en el suelo, independientemente del tipo de ion o sal, pueden perjudicar la germinación, el desarrollo y la fertilidad de las plantas. Las sales solubles del suelo se forman por la meteorización de las rocas. Cuando las lluvias son suficientes, casi todas las sales son lixiviadas del suelo, mientras que en las regiones secas la concentración de sales es alta.

### **2.3.7. Propiedades orgánicas**

#### **2.3.7.1. Materia orgánica del suelo (%MO)**

Suele definirse como la cuantía de materia orgánica que pasa por un tamiz en una muestra de suelo de 2 mm de diámetro. Según Porta et al., (2003), es, la división orgánica de la tierra que contiene restos de vegetación y animales en otras etapas de desintegración, células y tejidos del organismo y la guerra de síntesis de las poblaciones del suelo.

Gallardo et al. (2002) afirma que los suelos se dividen en diferentes tipos según su contenido de materia orgánica, por tanto, es diferente en suelos naturales (pradera y bosques), que, en suelo alterado por la actividad humana, en el que se ha retirado y/o añadido material, según el cultivo y el nivel de mecanización.

#### *Determinación de la materia orgánica en el suelo*

Bautista et al. (2021) menciona que, para calcular la cantidad de materia orgánica se efectúa mediante un análisis de carbono orgánico. Las técnicas de estimación pueden dividirse en dos categorías:

- Por vía seca, El contenido orgánico se determina mediante un analizador automático para determinar la diferencia, incluyendo una combustión intermitente a 550 °C durante 5 horas, seguida de una combustión a 950 °C y un nuevo análisis de gases. Es más preciso que otros métodos, ya que puede combinarse con la cromatografía de gases o el análisis por infrarrojos de los gases de combustión. Esto da el valor total de C del suelo.
- Por vía húmeda, Se forma por la oxidación parcial del suelo con un agente oxidante. Si no se trabaja a temperatura controlada (150°C) se debe calcular un factor de carácter no universal para la correlación del C oxidable con la técnica de oxidación.

### *Descomposición de la materia orgánica*

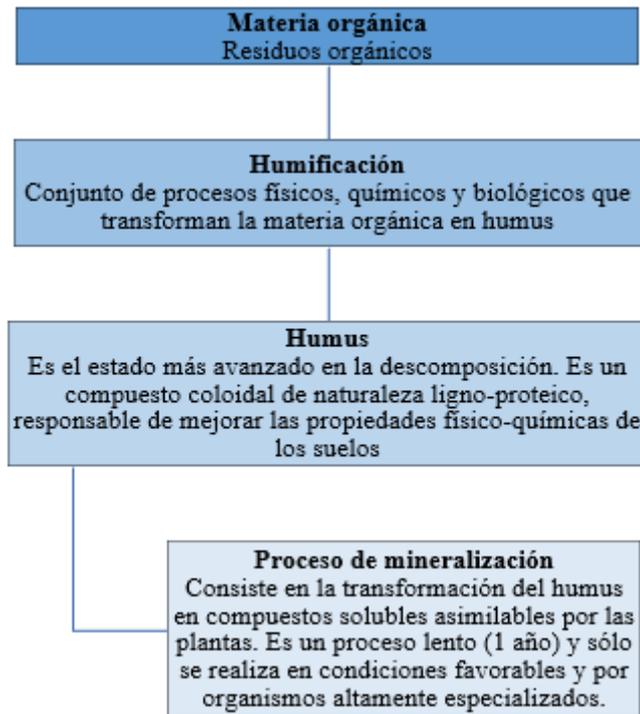
La desintegración de materia orgánica por parte de las lombrices de tierra consta de dos pasos distintos: (i) el paso activo o directo, en el que las lombrices de tierra procesan la materia orgánica, cambiando sus propiedades microbiológicas (Lores et al., 2006), y (ii) La maduración, o etapa indirecta en la que los microorganismos se encargan de la degradación de los materiales previamente procesados por las lombrices (Domínguez et al., 2004). La conservación de la fase activa no es constante y depende del tipo y la densidad de las lombrices, así como del consumo de materia orgánica y de la tasa de reciclaje. (Aira y Domínguez, 2008).

### *El humus*

Según Gallardo (2002), es una fase o producto complejo que se da por la acción de los microorganismos del suelo para transformar los residuos vegetales y animales, dando lugar a lo que se conoce como humus. Este proceso (Fig. 11), la mayor parte de la materia orgánica se mineraliza, es decir, pierde su estructura orgánica y se convierte en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y vapor de agua (H<sub>2</sub>O), que constituyen aproximadamente el 75% de la materia orgánica, liberando la energía (calor) utilizada por los microorganismos; el resto (aproximadamente el 25%) se convierte en materia sólida para los microorganismos o pierde su estructura biológica y se convierte en un subproducto llamado humus. La composición química del humus varía en función de las condiciones ambientales (ecológicas). La composición química media es de 54% C, 38% O, 4% H y 3% N, con pequeñas cantidades de P y S.

**Figura 11**

*Proceso de descomposición de la materia orgánica*



Nota: (Brechelt, 2004).

El humus influye en las propiedades físicas del suelo asegurando la estabilidad estructural, uniéndose a la arcilla y formando complejos alternativos, favoreciendo la infiltración y retención de agua, reduciendo la erosión y facilitando el intercambio de gases. En cuanto a su efecto sobre la química del suelo, señalan que, acrecienta la tasa de renovación del suelo, las reservas de nutrientes utilizadas por las plantas y la capacidad de amortiguación del suelo, facilitando así la acción de los fertilizantes y su absorción en las membranas celulares de las raíces. En cuanto a sus propiedades orgánicas, ayuda a la mineralización, la formación de vegetación, proporciona nutrientes a diversos microorganismos e incita el desarrollo de plantas en un ecosistema equilibrado. (Julca et al., 2006)

### *La materia orgánica en el suelo*

Es uno de los mecanismos más importantes del suelo. El contenido y la calidad de la materia orgánica dependen del tipo de suelo, gestión agrícola, vegetación y clima. Se producen por la desintegración de plantas, animales y microorganismos del suelo. Esta diversidad de composición es importante, ya que el proceso de descomposición produce una variedad de productos que, actúan como la capa superior del suelo necesaria para la acumulación de materia orgánica (Román et al., 2013).

La materia orgánica es cualquier material derivado de los animales o las plantas que vuelve al suelo después de ser descompuesto por los microorganismos y convertido de materia orgánica a materia inorgánica (Román et al., 2013). La desintegración de residuos vegetales y animales en el suelo es un proceso biológico fundamental en el que, el carbono (C) se devuelve a la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el nitrógeno en forma de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y demás elementos esenciales (P, S y diversos oligoelementos) están disponibles en la forma requerida por las plantas superiores (Maturana y Acevedo, 2003).

#### 2.3.7.2. Hojarasca

Abarca toda la biomasa muerta con un diámetro inferior a otros umbrales de diámetro de la madera muerta en el suelo (por ejemplo, 10 cm), que está por encima del suelo mineral u orgánico y se encuentra en diferentes fases de descomposición. Esto abarca la cama, el estiércol y las capas de humus. Las raíces vivas (con un diámetro inferior al límite del diámetro de la biomasa del suelo) forman parte del arrecife, ya que, no pueden separarse experimentalmente (FAO, 2005, p. 30).

## **2.4. Definición de conceptos**

### **Árboles**

“Planta leñosa perdurable con un solo tallo principal o, en el caso de un arbusto bajo, varios tallos con una copa más o menos maciza” (FAO, 2005).

### **Arbusto**

Plantas leñosas perennes, cuya altura suele superar los 0,5 m, pero no alcanza los 5 m en la madurez, y no hay dosel claro. Las restricciones de altura deben interpretarse de manera flexible, principalmente la altura mínima de los árboles y la altura máxima de los arbustos, varían entre 5 y 7 m (FAO, 2005).

### **Bosque montano**

Ecosistema natural complejo de organismos y microorganismos, que están sujetos al entorno imperioso de los árboles; que superan los 2 m de altura, las 0,5 hectáreas de extensión, y con más del 10% de tasa de cobertura (MINAM, 2015).

### **Bosque primario**

“Bosque recuperado naturalmente de especies autóctonas sin rastros de actividad humana y sin cambios significativos en los procesos ecológicos” (FAO, 2010, p. 22).

### **Bosque secundario**

Un bosque que se regenera de forma natural o artificial después de una alteración temporal o permanente significativa de la vegetación forestal original. Un bosque que difiere en la estructura del dosel y/o en la composición de las especies del bosque primario adyacente o de áreas similares (FAO, 2005, p. 33).

### **Cobertura vegetal**

La cubierta de vegetación natural que reviste la tierra está formada por diferentes tipos de biomasa con distintas características fisiológicas y ecológicas,

que van desde los pastizales hasta la cubierta forestal natural y las tierras de cultivo, como las granjas (Rincón-Romero et al., 2012, p. 2).

### **Materia orgánica**

Organismos y microorganismos del suelo y residuos vegetales en diferentes fases de descomposición (Maturana y Acevedo, 2003).

### **Nutrientes**

Macronutrientes y micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas también se localizan dentro del agua y aire (Latorre, 2011, citado por Pilicita, 2012).

### **Suelo**

Minerales no consolidados o materia orgánica que, están directamente en la superficie y que, sirven como medio de crecimiento natural para las plantas. Con el paso del tiempo, se ve influenciada por factores ambientales, genéticos, climáticos, macro/microorganismos y topografía, que a su vez influyen en la materia prima. El suelo difiere del material parental en muchas características físico-químico-biológico y morfológicas (*Soil Science Society Of America*, 2008).

### **Textura**

Proporción relativa de clases de tamaño de grano en un volumen de suelo determinado. (FAO, 2009).

### **Vegetación**

Se refiere a la vegetación natural o cultivada (flora) que crece de forma natural en la superficie terrestre o en los medios acuáticos. Su distribución en el suelo es variable (FAO, 2006).

## **2.5. Hipótesis**

Ho: La vegetación influye en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica en suelos del bosque montano La Palma, Chota.

H1: La cobertura vegetal no influye en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica en los suelos del bosque montano La Palma, Chota.

## **2.6. Operacionalización de variables**

### **2.6.1. Variable independiente: Cobertura vegetal**

La “Cobertura vegetal” es la cantidad de vegetación en un bosque montano, es el porcentaje del área ocupada por la vegetación arbórea y arbustiva; puede provenir de árboles, arbustos o pastizales; en el caso del estudio se ha considerado, áreas de cobertura vegetal alta, media y baja, tales como:

- Cobertura vegetal alta. Bosque primario (arbustos y árboles nativos).
- Cobertura vegetal media. Bosque secundario (arbustos y árboles).
- Cobertura vegetal baja. Sin cobertura arbórea (sin arbustos y árboles)

### **2.6.2. Variable dependiente: Propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo**

#### **2.6.2.1. Propiedades físicas del suelo**

Muestran cómo éste absorbe, retiene y transfiere el agua a las plantas y limita el desarrollo de las raíces. Estas propiedades son: textura, color, y densidad aparente (Bautista et al., 2004).

- Textura. Porcentaje de arena, limo y arcilla (Bautista et al., 2004).
- Color del suelo. Las propiedades del suelo pueden observarse fácilmente para determinar los tipos de suelo a escala regional y local. (Rucks et al., 2004)
- Densidad aparente. Relación entre el peso seco del suelo y el volumen ocupado por una muestra de suelo determinada. (Rucks et al., 2004)

### 2.6.2.2. Propiedades químicas del suelo

Caracterizan el paso de corriente eléctrica y la acidez o alcalinidad de un suelo. Tiene como indicadores: El pH (1:1), Conductividad eléctrica (CE).

- pH. Logaritmo de la concentración de iones hidrógeno  $H^+$  en moles por litro (Ibarra et al., 2009). El pH del suelo determina la accesibilidad de nutrientes en el desarrollo de las plantas y muestra los resultados de la interacción entre el suelo, la materia orgánica, y los nutrientes añadidos.
- Conductividad eléctrica (CE). Muestra la CE del suelo en función de la concentración de sal.

### 2.6.2.3. Contenido de materia orgánica

Los indicadores biológicos del suelo, determinan la accesibilidad de suficientes macro y micronutrientes del suelo para hacer crecer las plantas, tiene como indicadores, el porcentaje de materia orgánica (%MO), cantidad de hojarasca. (Bautista et al., 2004)

- Contenido de materia orgánica en el suelo (%MO). Define la fertilidad, estabilidad y erosión del suelo (Bautista et al., 2004). Julca et al. (2006) manifiesta que, el %MO requerido es del 2% para los suelos arcillosos medios, del 1,65% para los suelos pesados y del 2,5% para los suelos arenosos.
- Hojarasca. Biomasa que, se encuentra sobre el suelo.
- Fauna biológica del suelo. Según Céspedes (2007) se cree que las propiedades orgánicas del suelo están formadas por microorganismos del suelo, hongos, bacterias, lombrices, nematodos e insectos que, mejoran la salud del suelo acelerando la descomposición de la hojarasca.

**Tabla 2**

*Matriz de operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	Ítem
Variable independiente Cobertura vegetal	Es el porcentaje del área ocupada por la vegetación arbórea y arbustiva	Tipo de cobertura vegetal	Bosque que no ha tenido perturbación	Bosque primario	%
			Bosque se ha regenerado de forma natural	Bosque secundario	%
			Áreas donde no hay cobertura arbórea	Sin cobertura vegetal	%
Variable dependiente Propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo	Determinan la disponibilidad de suficientes macro y micronutrientes en el suelo para hacer crecer las plantas	Contenido de materia orgánica	Define la fertilidad del suelo, estabilidad y erosión	Porcentaje de materia orgánica	%
			Cantidad de hojas en un área de suelo	Cantidad de hojarasca	%
			% de arena, limo y arcilla	Textura	%
	Forma en que, este recurso acepta, retiene y transmite el agua a las plantas.	Propiedades físicas	Carácter visual del suelo	Color del suelo	...
			Relación entre el peso y volumen del suelo	Densidad aparente	g/cm <sup>3</sup>
			Define la actividad química y biológica	pH	...
Caracterizan el paso de corriente eléctrica y la acidez o alcalinidad de un suelo	Parámetros químicos	Define la actividad vegetal y microbiana	Conductividad eléctrica	uSm <sup>-1</sup>	

## CAPÍTULO III.

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

La metodología es cuantitativa no experimental de tipo básica, de nivel descriptivo, de corte transversal (Tabla 3). Según Pita y Pértegas (2002), “la investigación cuantitativa es la que recoge y analiza datos cuantitativos sobre variables”; es objetiva y se basa en la inducción lógica del positivismo y la probabilidad para generalizar los datos, mediante un proceso ordenado; tal como en el presente estudio, en el que, se ha seguido un proceso ordenado para establecer las propiedades físico-químico y contenido de materia orgánica del suelo según cobertura vegetal, en bosque primario, bosque secundario, y áreas sin cubierta arbórea del bosque montano La Palma.

**Tabla 3**

*Nivel de investigación según diferentes criterios*

<b>Criterio</b>	<b>Nivel de investigación</b>	<b>Observación</b>
Finalidad	Aplicada	Utiliza conocimientos existentes, normas técnicas peruanas, para generar nuevos conocimientos, acerca de las propiedades del suelo.
Medios para obtener datos	De campo	Se ha muestreado el suelo en campo, y luego se ha ensayado en laboratorio para determinar sus principales características.
Alcance	Descriptiva correlacional	Se han descrito cada uno de los resultados alcanzados, buscando la relación entre las propiedades del suelo y la cobertura vegetal de donde se tomó la muestra.
Papel del investigador	No experimental	No se han alterado las condiciones de las variables dependientes, sino se han analizado en sus condiciones existentes.
Temporalización	Transversal	Se realiza en un tiempo y lugar específico.

Nota: (Rodríguez, 2007).

### 3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, descriptivo causal simple, de corte transversal; se emplea para investigaciones descriptivas con problemas interpretativos de causa (x) y efecto (Y), pero en una sola muestra (M), donde las variables independientes no se manipulan, así mismo, el análisis se ha realizado en un tiempo específico (Mousalli-Kayat, 2015). En la Figura 12, se presenta el diseño de investigación.

$$(M) \leftarrow \begin{array}{l} x1 \left\{ \begin{array}{l} y1 \\ y2 \\ y3 \end{array} \right. \\ x2 \left\{ \begin{array}{l} y1 \\ y2 \\ y3 \end{array} \right. \\ x3 \left\{ \begin{array}{l} y1 \\ y2 \\ y3 \end{array} \right. \end{array} \quad (2)$$

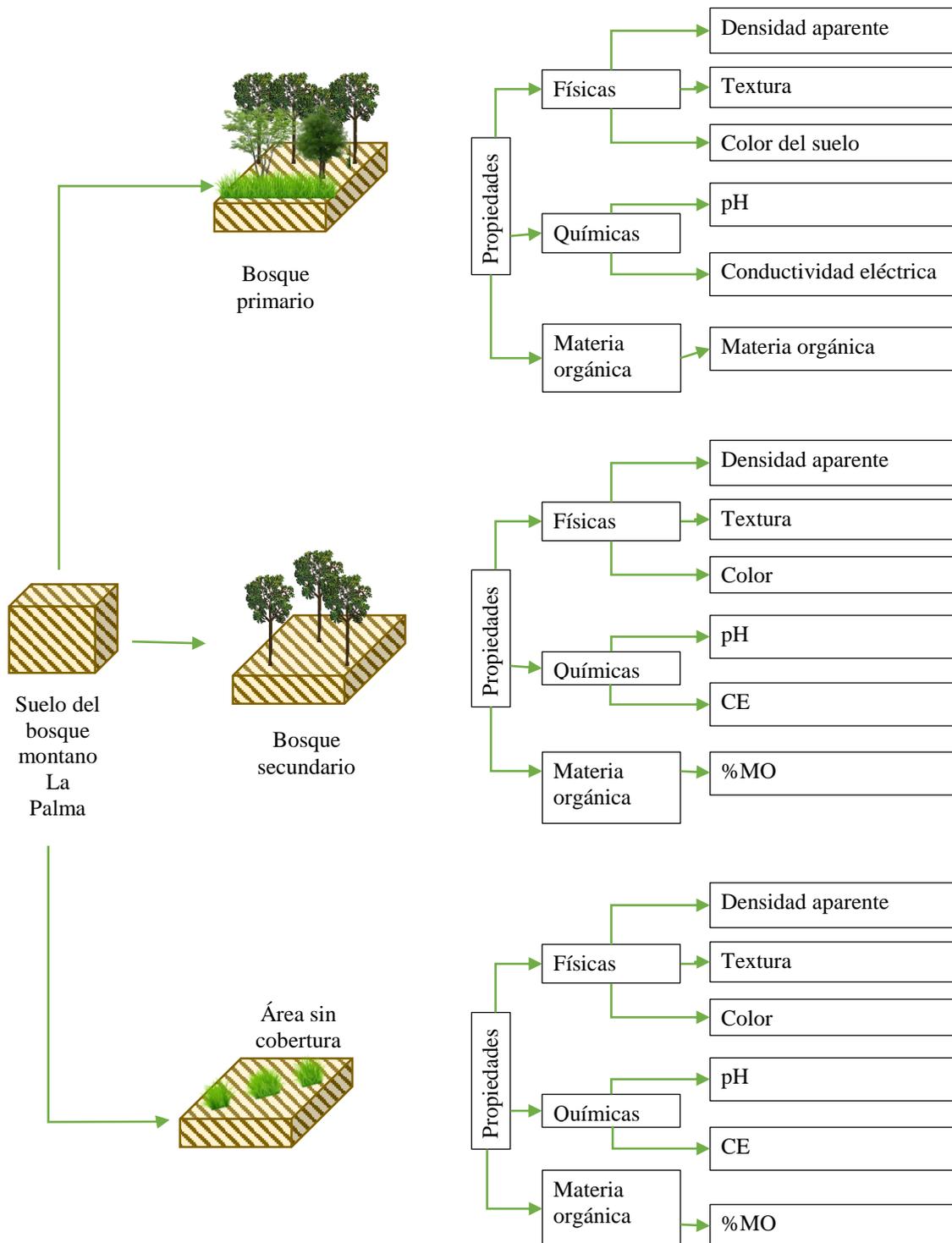
En la ecuación 2, la muestra de suelo (M), X es la variable independiente, donde “x1” es bosque primario, “x2” es bosque secundario, y “x3” es área sin cobertura arbórea; Y es la variable dependiente, donde, “y1” son propiedades físicas, “y2” son propiedades químicas, “y3” son propiedades del contenido de materia orgánica y hojarasca.

### 3.3. Métodos de investigación

Se han utilizado métodos cuantitativos, fundamentados en la inducción probabilística del positivismo lógico (Pita y Pértegas, 2002), dentro de ellos, se ha aplicado el método analítico, mismo, que según, explica Rodríguez (2007) trata de descomponer los objetos de trabajo, separando las partes individuales del conjunto para poder trabajarlas por separado. Se han determinado las propiedades del suelo, del bosque montano La Palma, en áreas de bosque primario, secundario y áreas sin cobertura arbórea.

**Figura 12**

*Esquema del diseño de investigación descriptivo causal simple*



En las propiedades contenido de materia orgánica solo se ha tomado el % MO porque autores como Powlson y Olk (2000), Rumpel y Kögel-Knabner (2011), Koegel-Knabner y Rumpel (2018) consideran a esta la principal propiedad

biológica del suelo, así mismo, otros autores (Schulze et al., 1993; Malkawi et al., 1999; Romero-Barrios et al., 2015; Matus y Maire, 2000) argumentan que, las demás propiedades pueden determinarse con un modelo de relación a partir del conocimiento de % MO.

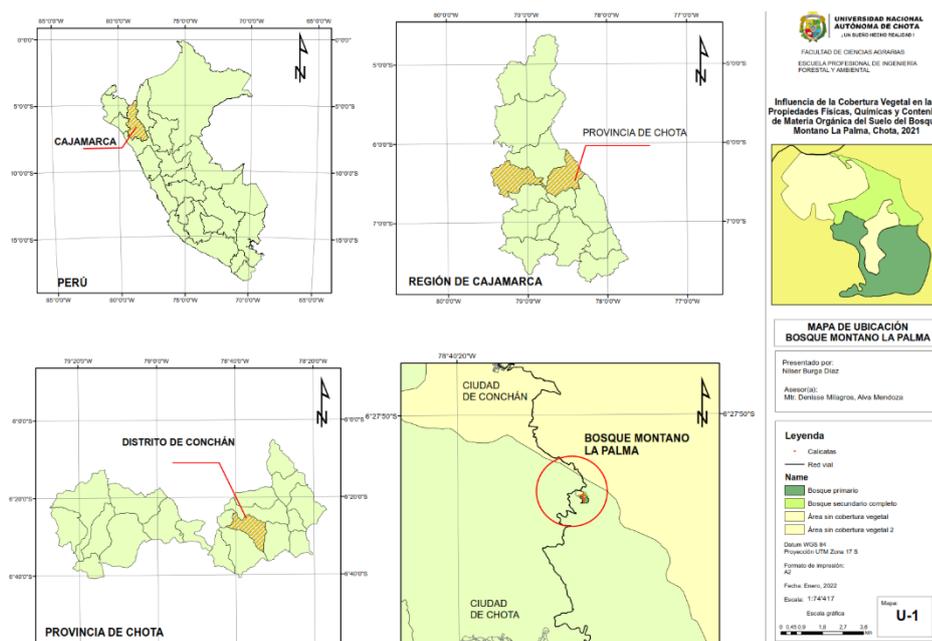
### 3.4. Población, muestra y muestreo

#### 3.4.1. Población

El suelo del bosque montano La Palma, ubicado en el distrito de Conchán, provincia de Chota, región Cajamarca (Fig. 13), en las coordenadas UTM WGS84 17S, latitud 6° 29' 46,08" S, longitud, 78° 37' 23,83" O, a 2865 msnm, abarca un área total de 18,98 hectáreas en un perímetro de 2,39 km (Fig. 14), se puede acceder al mismo, por la carretera Chota – La Palma, aproximadamente a 14,10 km de la ciudad de Chota. En el bosque montano La Palma se encuentran áreas de bosque primario (Fig. 15), bosque secundario (Fig. 16) y áreas sin cobertura vegetal (Fig. 17).

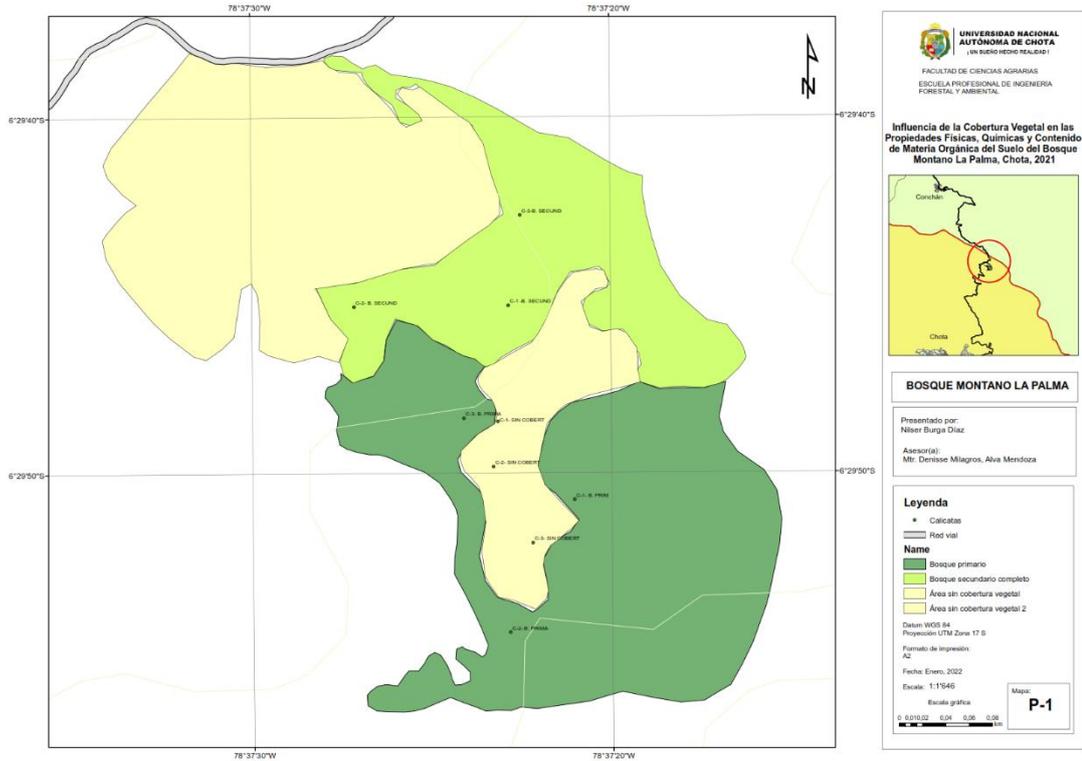
**Figura 13**

*Mapa de ubicación del bosque montano La Palma*



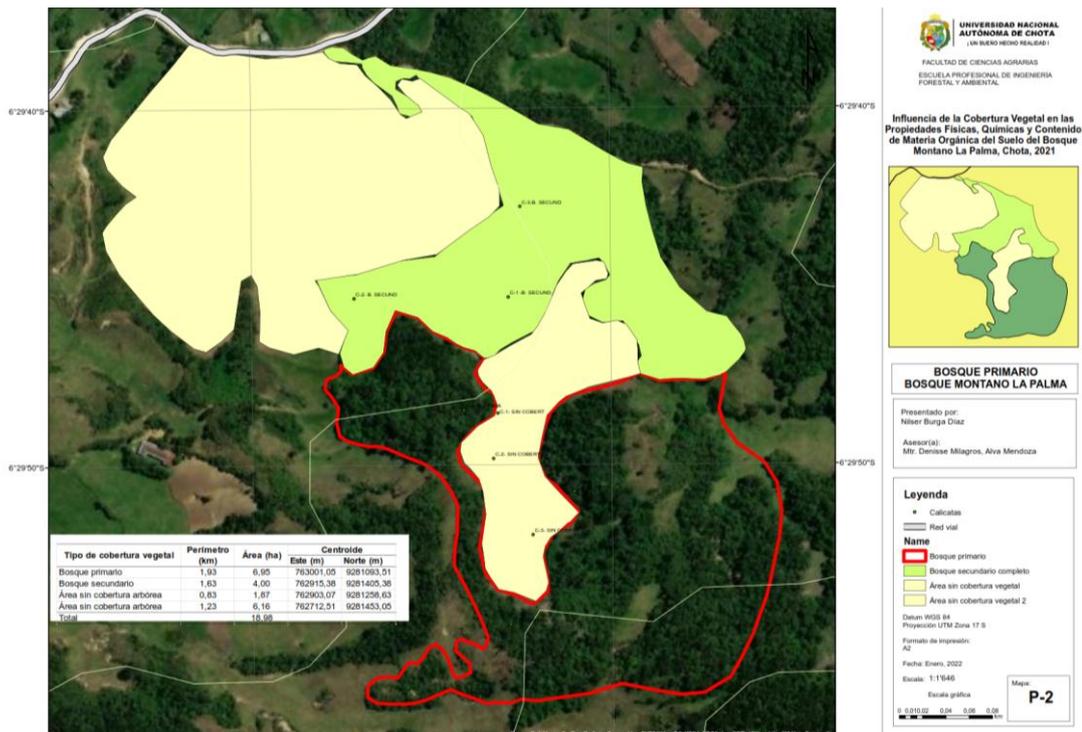
**Figura 14**

*Mapa del bosque montano La Palma*



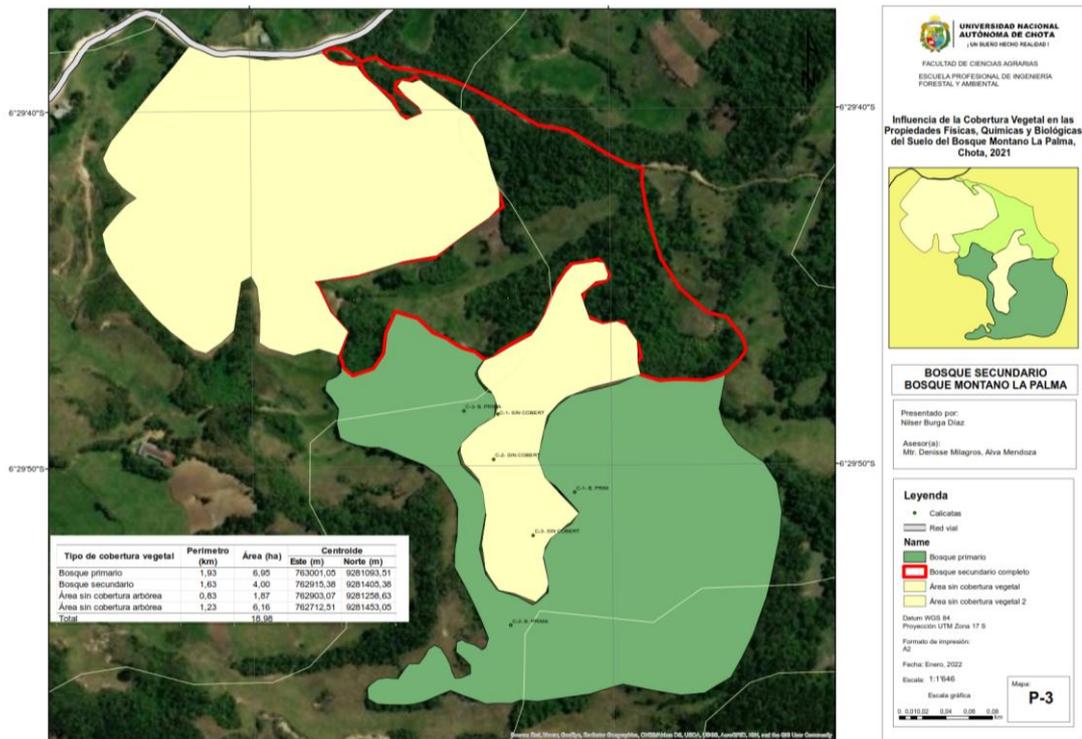
**Figura 15**

*Bosque primario, en el bosque montano La Palma*



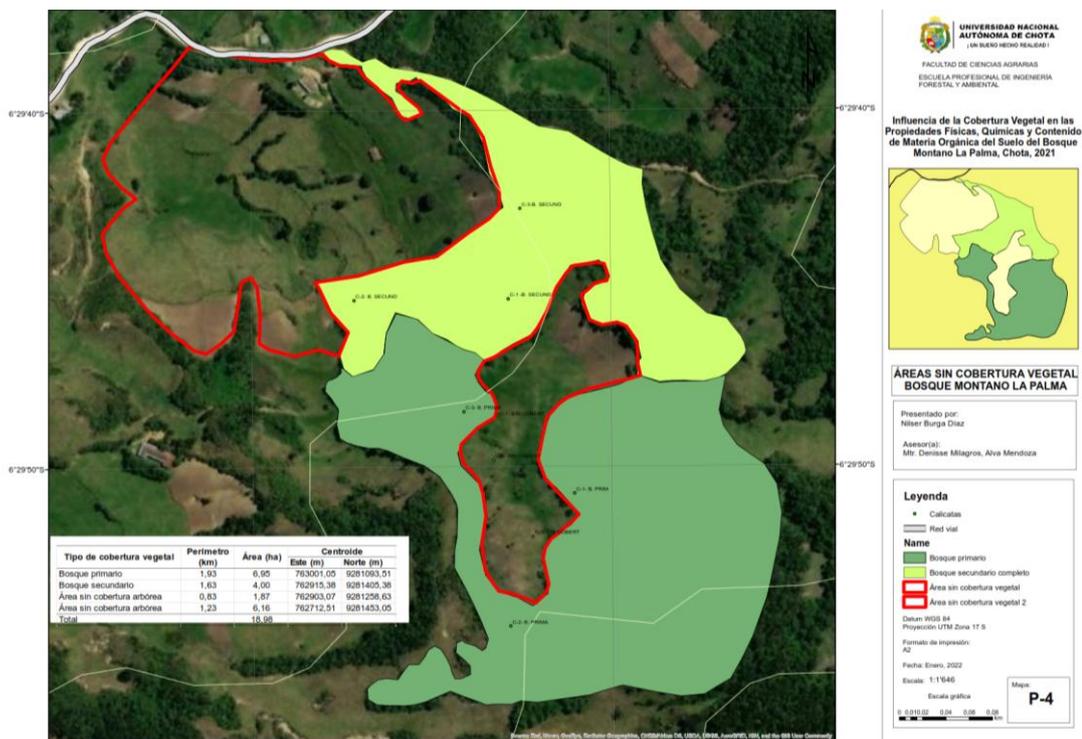
**Figura 16**

*Bosque secundario, en el bosque montano La Palma*



**Figura 17**

*Área sin cobertura vegetal, en el bosque montano La Palma*



### 3.4.2. Muestra

El suelo de 9 parcelas de evaluación de 40 m<sup>2</sup> de área, dentro del bosque montano La Palma, distrito de Conchán, provincia de Chota; tomado en tres puntos (Tabla 5 y Fig. 18), a tres profundidades: 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, y 20 a 30 cm, distribuidas en áreas de bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura arbórea (Tabla 4), según los criterios de la (Tabla 6).

- Parcela 1, 2 y 3: Cobertura vegetal del área del bosque primario
- Parcela 4, 5 y 6: Cobertura vegetal del área bosque secundario
- Parcela 7, 8 y 9: Sin cobertura arbórea del área

**Tabla 4**

*Áreas según cobertura vegetal en el bosque montano La Palma*

Tipo de cobertura vegetal	Perímetro (km)	Área (ha)	Centroide	
			Este (m)	Norte (m)
Bosque primario	1,93	6,95	763001,05	9281093,51
Bosque secundario	1,63	4,00	762915,38	9281405,38
Área sin cobertura arbórea	0,83	1,87	762903,07	9281258,63
Área sin cobertura arbórea	1,23	6,16	762712,51	9281453,05

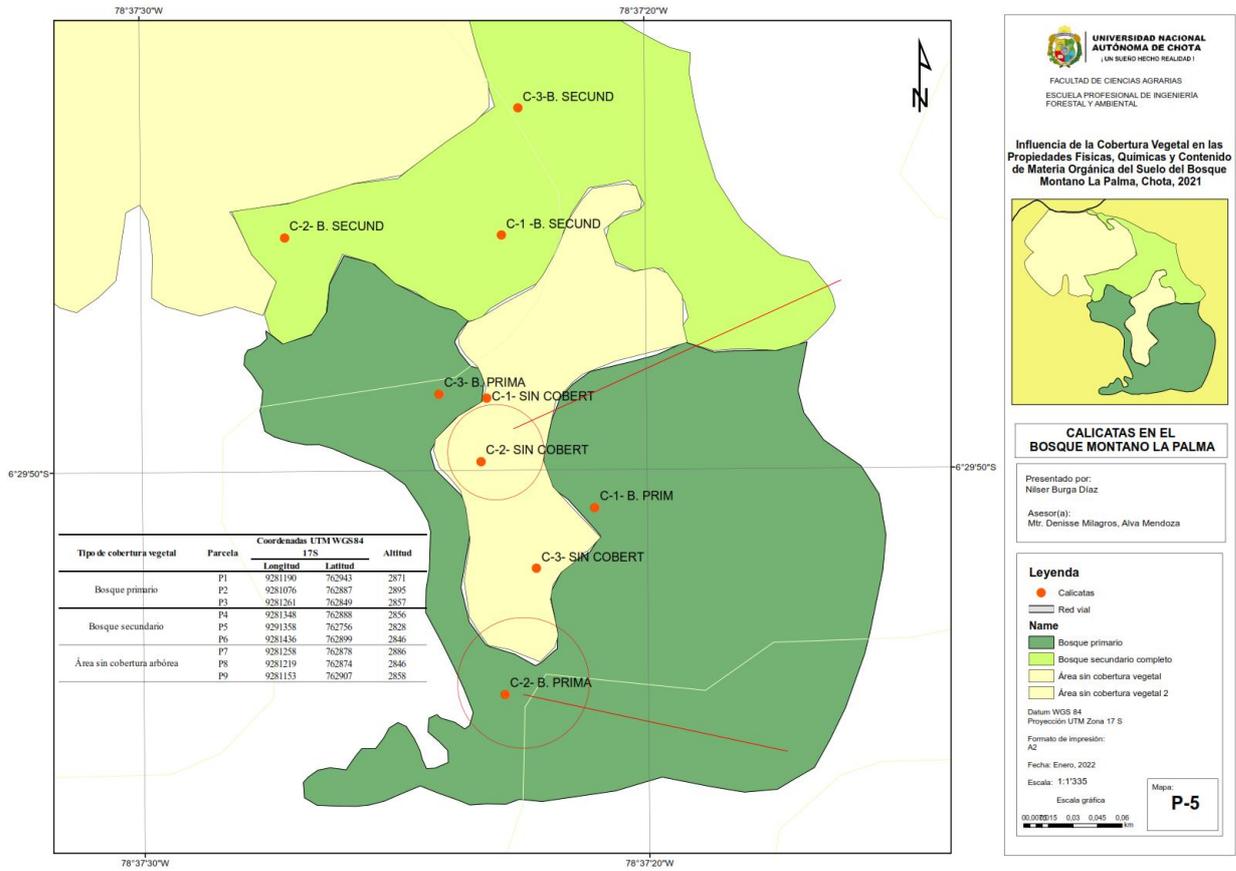
**Tabla 5**

*Ubicación de las calicatas*

Tipo de cobertura vegetal	Parcela	Coordenadas UTM WGS84 17S		Altitud (msnm)
		Longitud (m)	Latitud (m)	
Bosque primario	P1	9281190	0762943	2871
	P2	9281076	0762887	2895
	P3	9281261	0762849	2857
Bosque secundario	P4	9281348	0762888	2856
	P5	9291358	0762756	2828
	P6	9281436	0762899	2846
Área sin cobertura arbórea	P7	9281258	0762878	2886
	P8	9281219	0762874	2846
	P9	9281153	0762907	2858

**Figura 18**

*Ubicación de las calicatas en el bosque montano La Palma*



**Tabla 6**

*Crterios de inclusión y exclusión*

Inclusión	Exclusión
Parcelas dentro del bosque montano La Palma delimitado en la Fig. 14.	Parcelas fuera del bosque montano La Palma, delimitado en la Fig. 14.
Parcelas que tengan condiciones de cobertura vegetal: bosque primario, bosque secundario o área sin cobertura arbórea.	Parcelas que no tengan las condiciones de cobertura vegetal: bosque primario, bosque secundario o área sin cobertura arbórea.

### **3.4.3. Muestreo**

#### **3.4.3.1. Diseño experimental**

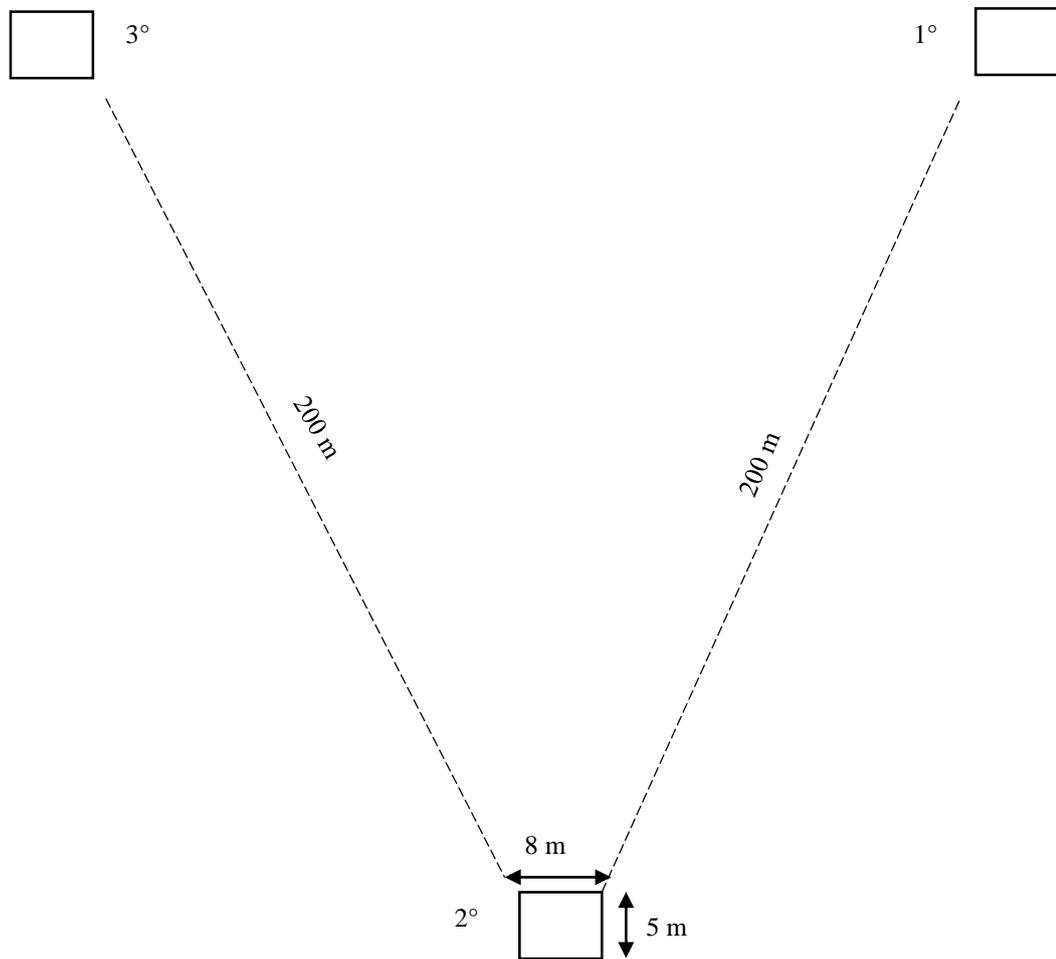
El muestreo probabilístico, se ha realizado por diseño de bloques completamente al azar (DOE) utilizando el programa Minitab 19, con arreglo factorial de 3x6, con tres repeticiones por tratamiento a profundidades de muestreo del suelo, de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm. Los dos factores de estudio fueron: el tipo de cobertura vegetal, con tres niveles: bosque primario (BP), bosque secundario (BS), y sin cobertura arbórea (SCA), y el tipo de ensayo, con seis niveles: contenido de materia orgánica (MO%), densidad aparente (Da), textura, color del suelo, pH, y conductividad eléctrica (CE), dando 18 corridas base con tres replicas, por tanto, el total de corridas es 54.

#### **3.4.3.2. Diseño de muestreo**

En la recolección de datos del terreno, se establecieron tres parcelas en cada bosque (bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura arbórea). Las parcelas eran rectangulares de 5 x 8 m separadas 200 m, en forma de zic zac, tal como se observa en la Fig. 19.

### Figura 19

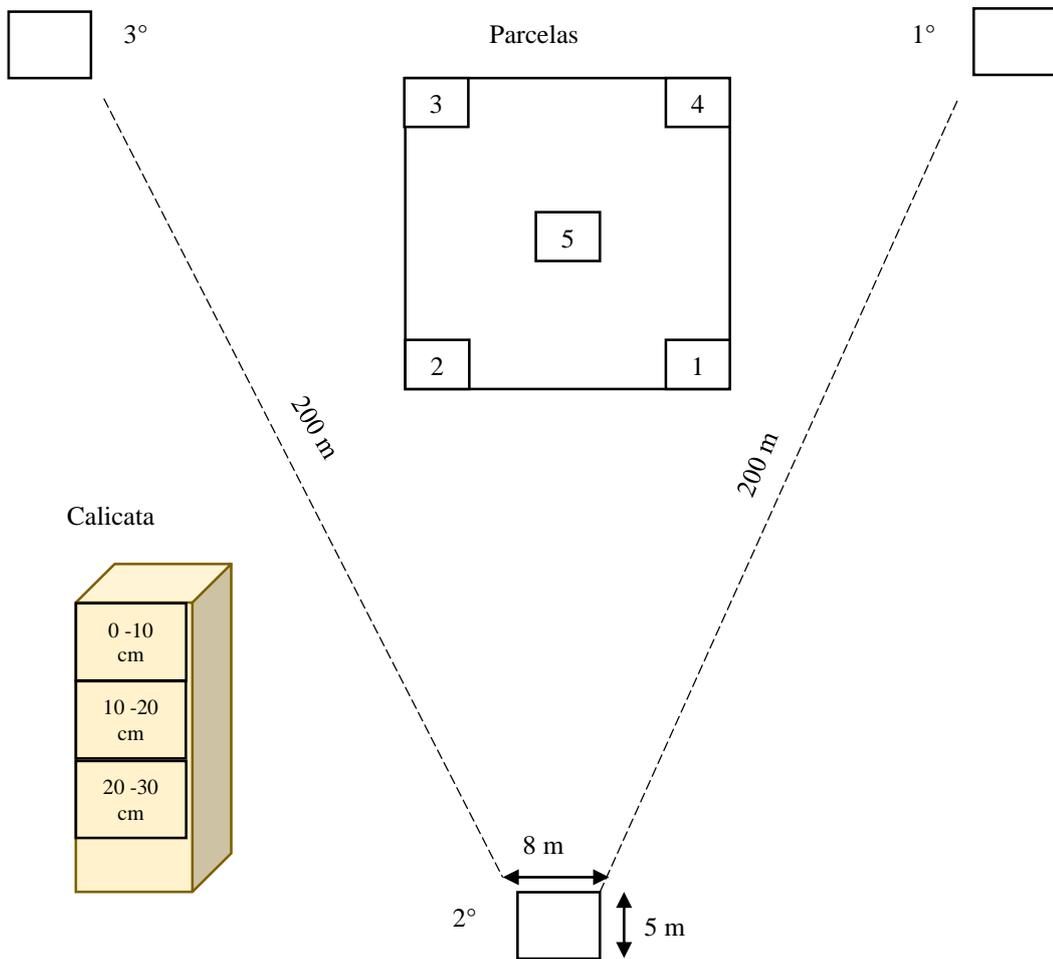
*Diseño de la distribución de las parcelas de muestreo*



Se excavaron cinco agujeros cuadrados de 40 x 40 cm en el centro y cuatro esquinas de la parcela de 5 x 8 m para el muestreo del suelo. Se extrajeron muestras de suelo a tres profundidades: 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm. (Fig. 20).

**Figura 20**

*Distribución de las calicatas en las parcelas de 5 x 8*



### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Técnicas de recolección de datos

**Observación y medición.** Ha permitido visualizar los procedimientos de campo desde una perspectiva sistemática y estructurada, registrando medidas, como el área de análisis, la ubicación de calicatas y la profundidad del muestreo según el perfil del suelo.

**Extracción de muestras.** Ha permitido la obtención de las unidades muestrales para el desarrollo de los ensayos del suelo según estrato.

**Ensayos de laboratorio.** Se han realizado ensayos físicos, químicos y contenido de materia orgánica.

- Se ha realizado ensayos físicos de densidad aparente, por diferencia de peso y volumen del espécimen del suelo, textura por la técnica del hidrómetro y color por la técnica de comparación con la tabla Munsell.
- Se ha determinado los ensayos químicos: pH (1:1) la conductividad eléctrica (CE) se determinó midiendo la CE del suelo y del extracto acuoso mediante un método potenciométrico 1:1 suelo/agua.
- Se ha determinado los ensayos biológicos: cantidad de hojarasca y materia orgánica (% MO) según el método de Walkley y Black. % MO =  $C \times 1,124\%$ .

### 3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

**Cuaderno de campo.** Instrumento donde se verifica las dimensiones y medidas de la zona de estudio.

**Cadena de custodia.** Instrumento donde se registra la cantidad de muestra y el número de estas según la codificación de cada bolsa hermética tomada en cada calicata según estrato con un muestreador.

**Formato de ensayos.** Se trata de formatos de pruebas físicas, químicas y contenido de materia orgánica que muestran los resultados de las pruebas individuales del suelo.

### Tabla 7

*Fuentes, técnicas e instrumentos*

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
VI Cobertura vegetal	In situ	Observación y medición	Cuaderno de campo
VD Propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo	Informe de laboratorio	Extracción de muestras Ensayos de laboratorio	Cadena de custodia Formatos de laboratorio

### 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de información

#### 3.6.1. Procedimiento para la obtención de información

##### 3.6.1.1. Determinación de áreas de muestreo según cobertura vegetal

Para determinar las áreas de muestreo se ha realizado la identificación de zonas de diferente tipo de cobertura vegetal en el bosque montano La Palma, distrito de Conchán, Chota, tales como: bosque primario, bosque secundario, áreas sin cobertura arbórea; utilizando el aplicativo Google Earth Pro, mediante imágenes satelitales del año 2022 (Fig. 21), que luego fueron verificadas en campo con la inspección visual (Fig. 22), así mismo, se ha realizado mediciones con flexómetro de 50 m, y se han tomado las coordenadas geográficas del lugar con GPS garmin eTrex®10, a fin de delimitar las zonas en estudio.

#### Figura 21

*Vista satelital del bosque montano La Palma*



Nota: (Google Earth, 2022).

## Figura 22

### *Vista del bosque montano La Palma*



Nota: Foto tomada en campo por el autor.

#### a) Materiales e instrumentos

- Flexómetro de 50 m
- GPS garmin eTrex®10
- Jalones y cuerdas
- Aplicativo Google Earth Pro
- Cuaderno de campo (para registrar los datos)

#### b) Bosque primario

El bosque primario dentro del bosque montano La Palma, se ha definido como un área con árboles nativos, que no ha sufrido alteración por parte de la mano del hombre, son áreas que por su lejanía han conservado sus características naturales de flora y fauna. En el caso del estudio, esta área abarca 6,95 hectáreas, del bosque montano La Palma, y se puede identificar fácilmente por imágenes

satelitales de Google Earth Pro, por la cercanía en la composición arbórea, que hace denotar la inalterabilidad del área, no obstante, luego en campo, se ha verificado estas condiciones, para asegurar que se trata de un bosque primario.

c) Bosque secundario

El bosque secundario dentro del bosque montano La Palma, se ha definido como un área con árboles nativos, donde se evidencia la alteración por parte de la mano del hombre, son áreas que muestra rasgos de tala de árboles, es decir sus características naturales de flora y fauna han sido modificadas por la acción antropológica. En el caso del estudio, esta área abarca 4,00 hectáreas del bosque montano La Palma, y se puede identificar fácilmente por imágenes satelitales de Google Earth Pro, por la disimilitud en la composición arbórea, es decir, los árboles son más lejanos, dando espacio a la vegetación de pradera, debido a la tala de bosques, no obstante, luego en campo, se ha verificado estas condiciones, para asegurar que se trata de un bosque secundario.

d) Áreas sin cobertura arbórea

Áreas sin cobertura arbórea en el bosque montano La Palma, se ha definido como áreas donde no hay presencia de árboles, se han definido fácilmente por imágenes satelitales de Google Earth Pro, y se han verificado en campo, validando que, en el caso del estudio son dos áreas de 1,87 hectáreas y de 6,16 hectáreas del bosque montano La Palma.

### 3.6.1.2.Extracción de muestras de suelo

Se han extraído especímenes de suelo en nueve parcelas del bosque montano La Palma, en bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura vegetal, previa apertura de las calicatas de 40 x 40 cm (Fig. 23), de las cuales se ha muestreado a profundidad de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, y 20 a 30 cm (Fig. 24).

Las muestras han sido almacenadas en bolsas impermeables rotuladas, para ser llevadas al laboratorio (Fig. 25).

a) Materiales e instrumentos

- Bolsas impermeables
- Equipo de protección personal
- Muestreador de suelo tubular
- Guantes
- Palanas y picos
- Flexómetro de 5 m
- GPS garmin eTrex®10
- Jalones y cuerdas
- Cuaderno de campo (para registrar los datos)

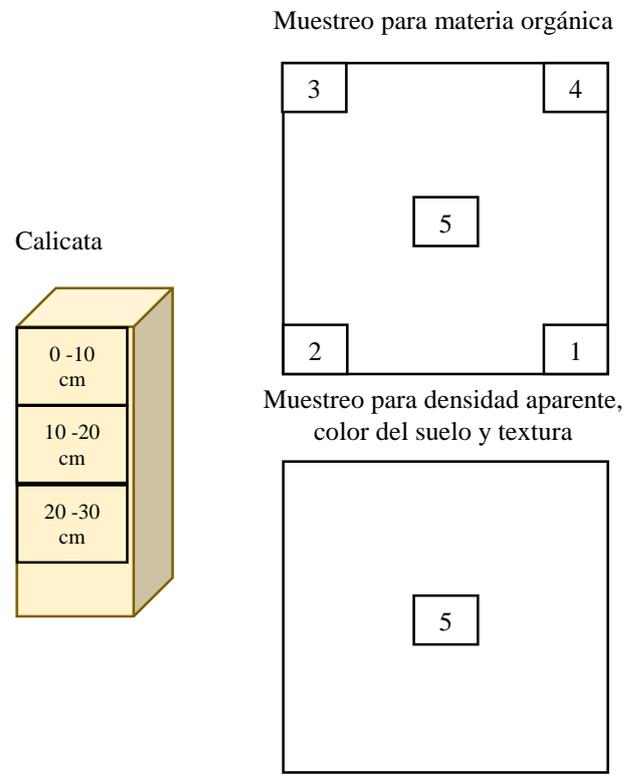
**Figura 23**

*Apertura de calicata de 40 x 40 x 30 cm*



**Figura 24**

*Forma del muestreo de suelo*



**Figura 25**

*Obtención de muestras de suelo*



### 3.6.1.3. Determinación de la densidad aparente

Se ha utilizado la técnica del cilindro biselado (Jaramillo, 2002).

#### a) Materiales e instrumentos

- Muestra de suelo
- Bolsas plásticas
- Cilindro biselado de 8 cm de altura, 5,8 cm de diámetro y 19 cm de circunferencia, volumen 211,36 m<sup>3</sup>.
- Horno
- Cuaderno de laboratorio (para registrar los datos)

#### b) Procedimiento

- Los cilindros se colocarán en la parte del suelo que se va a muestrear.
- Se retira el cilindro lleno de tierra, se recorta los bordes con una cuchilla, se coloca en una bolsa de plástico, se cierra y se devuelve al laboratorio.
- Colocar el cilindro con la espécimen de suelo en el horno a 105 °C durante 24-36 horas, sacarlo del horno, dejarlo enfriar y pesarlo (Pt).
- Sacar la tierra del cilindro y pesarla (Pc). A continuación, mide la longitud (h), el diámetro interior (d) y el volumen (Vc) del cilindro.
- Cálculo de la densidad de carga (Da)

#### c) Cálculo

$$Da = \frac{PSS}{Vc} \quad (3)$$

$$Vc = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4} = \pi r^2 h \quad (4)$$

Donde, Da es densidad aparente, Pss es el peso del suelo seco en el horno (Pt - Pc), Vc es el volumen del cilindro, r es radio, h altura, d diámetro interno.

#### 3.6.1.4.Determinación de la textura

Se ha determinado el tejido del suelo utilizando la técnica del hidrómetro o de Bouyoucos, mediante el proceso descrito por Jaramillo (2002).

##### a) Materiales e instrumentos

- Muestra de suelo de 50 g
- Tamiz 2 mm
- Cilindro graduado
- Agua destilada
- Hidrómetro
- Cronometro
- Cuaderno de laboratorio (para registrar los datos)

##### b) Procedimiento

- Pesar 50 g de tierra a través de un tamiz de 2 mm.
- Poner la tierra en una batidora, añadir 10-20 ml de dispersante y batir durante 10 min.
- Transferir la suspensión anterior a una probeta graduada de 1 000 ml, enjuague el vaso de precipitados con agua destilada y ajuste el volumen al volumen de la probeta.
- Agitar la suspensión 10 veces y dejar reposar.
- A los 40 segundos de reposo, se hace la primera lectura del hidrómetro, registrando el contenido de arena (A%).
- Luego de dos horas de reposo, se vuelve a leer el hidrómetro, registrando el contenido de arcilla (Ar%).

- Finalmente, se calculó el contenido de sedimentos. Estos porcentajes se aplicaron a los triángulos de textura para determinar la textura de las muestras (Figura 26).

c) Cálculo

Para cada componente del suelo se utilizan las siguientes fórmulas.

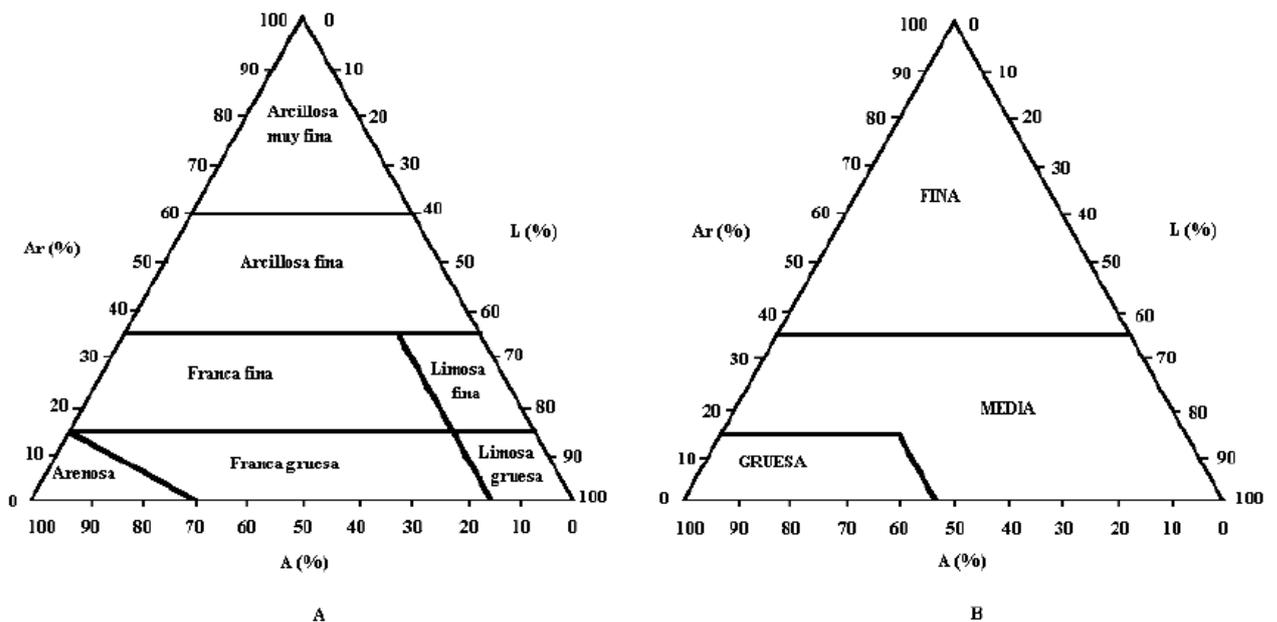
$$A(\%) = 100 - \frac{\text{Lectura corregida } 40s}{\text{Peso muestra}} \times 100 \quad (5)$$

$$Ar(\%) = \frac{\text{Lectura corregida } 2h}{\text{Peso muestra}} \times 100 \quad (6)$$

$$L(\%) = 100 - [A(\%) + Ar(\%)] \quad (7)$$

**Figura 26**

*Clases texturales del suelo, según USDA*



Nota: A: familias texturales, B: grupo textural (Mejía, 1983, citado por Jaramillo, 2002).

3.6.1.5. Determinación del color

Se ha determinado el color del suelo, por medio de colocación del color del suelo (un fragmento de éste) con una lista de colores metódicos en una secuencia específica, conocida como “La Tabla de Colores Munsell”.

a) Materiales e instrumentos

- Muestra de suelo
- Tabla de colores Munsell
- Agua

b) Procedimiento

- Se compara una muestra de suelo seco con la tabla Munsell.
- Se compara una modelo de suelo húmedo con la tabla Munsell.

### 3.6.1.6.Determinación de la conductividad eléctrica (CE)

Se ha determinado el CE mediante la medición de la conductividad de extractos acuosos en una relación suelo, agua. 1:1.

a) Materiales e instrumentos

- Muestra de suelo
- Papel filtro
- Agua
- Conductímetro

b) Procedimiento

- Se pesa 20 g de suelo.
- Se añade 100 mL de agua a temperatura 20° (+/- 1 °C).
- Se agita durante 30 min.
- Diluir a través de papel de filtro.
- Se mide con un conductímetro manteniendo la muestra en agitación constante, suficiente para producir y mantener la suspensión.

### 3.6.1.7.Determinación del pH (NTP 339.176)

Se ha determinado el pH (1:1) por la técnica potenciométrico de la suspensión suelo: agua relación 1:1, descrito por Jaramillo (2012, p. 347).

a) Materiales e instrumentos

- Muestra de suelo
- Potenciómetro
- Agua destilada
- Beaker de volumen

b) Procedimiento

- Se calibra el potenciómetro.
- Tomar 20 g de una muestra de suelo del aire, colóquela en un vaso medidor, añada 20 g de agua destilada y déjela durante 1 hora, agitándola de vez en cuando.
- El electrodo de vidrio del potenciómetro se coloca en la suspensión y se lee el valor correspondiente.

3.6.1.8. Determinación de contenido de materia orgánica (% MO)

Se ha determinado % MO utilizando la técnica de Walkley y Black, descrito por Jaramillo (2002).

a) Materiales e instrumentos

- Muestra de suelo
- Tamiz de 2 mm
- Ácido sulfúrico
- Ácido fosfórico
- Solución de Sulfato ferroso
- Gotas de difenilamina
- Dicromato de potasio
- Erlenmeyer de 250 mL

b) Procedimiento

- Pesar 0,2-2 g de tierra seca a través de un tamiz de 2 mm.
- Colocar la muestra en un matraz cónico de 250 mL, añadir 5 mL de dicromato potásico, 10 mL de ácido sulfúrico, agitar y dejar enfriar.
- Cuando se enfría, diluir con 50 ml de agua destilada y añadir 5 ml de ácido fosfórico y 3 gotas de difenilamina.
- Prueba en blanco: mezcla de los reactivos anteriores, pero sin tierra.
- Valorar la mezcla inicial y la solución en blanco con una solución de sulfato ferroso 1 N y dejar de valorar cuando el color se vuelva verde.
- Calcular el contenido de carbono orgánico.
- El contenido de carbono orgánico debe convertirse en porcentaje de materia orgánica (% MO).

c) Cálculos

$$\%C = \frac{V\left(1 - \frac{M}{B}\right) \times 0,003}{Pm} \quad (8)$$

$$\%MO = \%C \times 1,724 \quad (9)$$

Donde, %C es el porcentaje de carbono orgánico, V es el volumen de dicromato de potasio utilizado para el suelo y el blanco (5 mL), M es el volumen de sulfato ferroso gastado utilizado para valorar el suelo, B es el volumen de sulfato ferroso gastado en la titulación del blanco, Pm es la masa del suelo.

### 3.6.1.9. Determinación de hojarasca

Adquisición de especímenes en campo con ayuda de un material de aluminio de 10 x 10 cm, la cual se recogía toda la hojarasca en bolsas ermiticas según la profundidad que este esté de cada punto de muestreo obteniendo 27 submuestra Posteriormente fueron llevadas a laboratorio donde se pesaba el total de hojarasca húmeda, se colocaba a la estufa por 24 horas a una temperatura de 105C para

posteriormente pesarlo a la cual dichos resultados se le realiza cálculo TN/HA de cada parcela tanto para bosque primario, secundario y sin cobertura arbórea.

### **3.6.2. *Procesamiento de información***

Se ha procesado la información mediante el programa Microsoft Excel 2018, en tablas y gráficos resumen, de las propiedades del suelo en el bosque Montano La Palma.

### **3.6.3. *Análisis de información***

Se ha analizado la información en el programa SPSS, determinando las medidas descriptivas e inferenciales.

## **3.7. Aspectos éticos**

Según Domínguez y Rodríguez (2013), La validez y la fiabilidad son medidas de rigor científico que no dependen del paradigma en el que se basa la investigación, ya que el objetivo último de cualquier investigación es obtener resultados fiables y válidos., por ello se rigen por los siguientes aspectos éticos:

- Creatividad, sensibilidad, flexibilidad y capacidad del investigador para "responder" a lo que ocurre en la investigación.
- Adaptación metodológica, es decir, correspondencia entre las preguntas de la investigación y los elementos metodológicos utilizados.
- Muestreo apropiado: selección de la muestra que mejor represente al fenómeno a investigar.
- Al mismo tiempo, se recogen y analizan datos para crear sinergias entre lo que aún no se sabe y lo que debería saberse.
- Saturación de información: se produce cuando hay una sobrecarga de información, es decir, cuando el investigador recibe la misma o similar información.

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción de resultados

##### 4.1.1. *Contenido de materia orgánica*

###### 4.1.1.1. Materia orgánica

Se midió el contenido de materia orgánica del suelo a 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm en parcelas primarias, secundarias y sin árboles del bosque montano de La Palma, distrito de Conchán, provincia de Chota. (Tabla 8). En el bosque primario, la proporción de materia orgánica del suelo es mayor de 0 a 10 cm, con 10,18%, luego tiende a disminuir a los 10 a 20 cm, alcanzando 6,35%, para luego incrementarse hasta 8,46% a los 20 a 30 cm de profundidad (Fig. 27). En el bosque secundario, la proporción de materia orgánica del suelo es mayor en las muestras de 0 a 10 cm de profundidad, con 7,79%, mientras que, a las profundidades de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm, el porcentaje de materia orgánica promedio es similar de 5,13% y 5,57%, respectivamente (Fig. 28). En las áreas sin cobertura arbórea, la proporción de materia orgánica del suelo es mayor de 0 a 10 cm de profundidad, con 8,80%, pero luego decrece a mayor profundidad de tomada la muestra, siendo así, el porcentaje de materia orgánica del suelo de 10 a 20 cm, es 7,67%, y a la profundidad de 20 a 30 cm, es 6,00% (Fig. 29). Al comparar la composición de materia orgánica del suelo según cobertura vegetal, se muestra que, el suelo del bosque primario, tiene mayor porcentaje de materia orgánica, en promedio 8,33%, que, el bosque secundario y las áreas sin cobertura arbórea, pero, las áreas sin cobertura arbórea, tienen mayor porcentaje de materia orgánica promedio, 7,49% que, el bosque secundario, con 6,16%, lo que, da a entender que, en el caso del bosque montano La Palma, la composición de materia orgánica del suelo, no

depende de la cobertura vegetal, que haya sobre este, sino que, se relaciona más con la profundidad del suelo del que se obtiene la muestra, siendo mayor para el suelo muestreado de 0 a 10 cm.

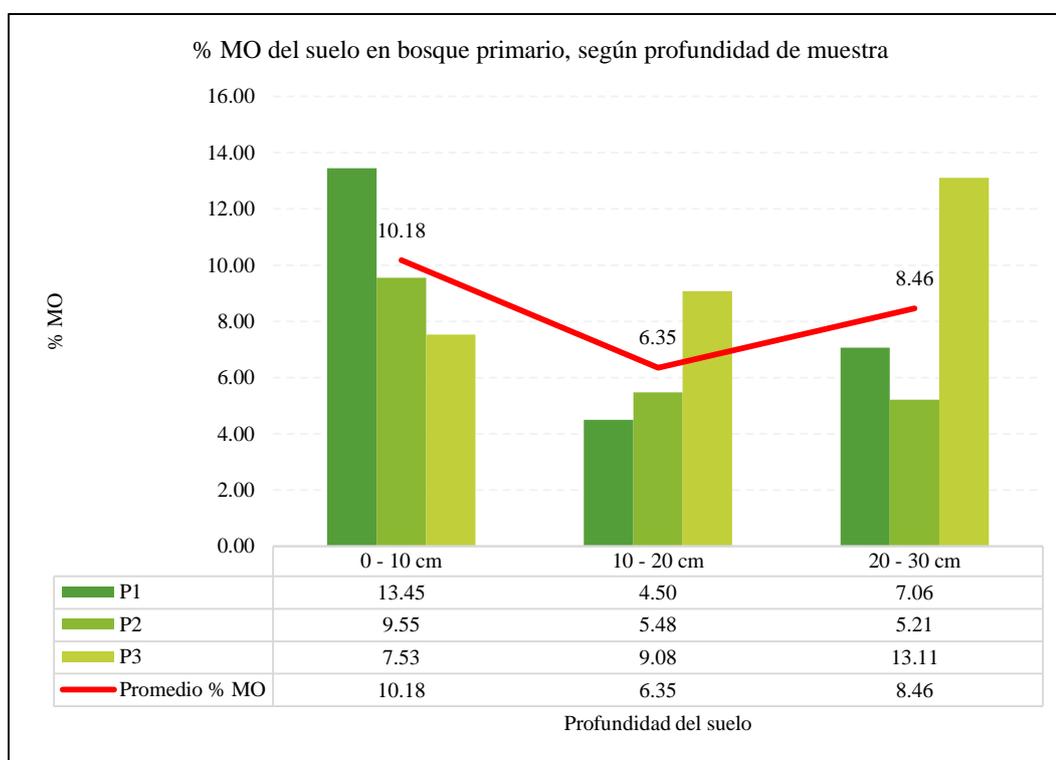
**Tabla 8**

*Contenido de materia orgánica del suelo del bosque montano La Palma*

Profundidad del suelo	Porcentaje de materia orgánica (% MO)			Promedio de % MO
	Bosque primario	Bosque secundario	Sin cobertura arbórea	
0 - 10 cm	10,18	7,79	8,80	8,92
10 - 20 cm	6,35	5,13	7,67	6,39
20 - 30 cm	8,46	5,57	6,00	6,68
Promedio de % MO	8,33	6,16	7,49	7,33

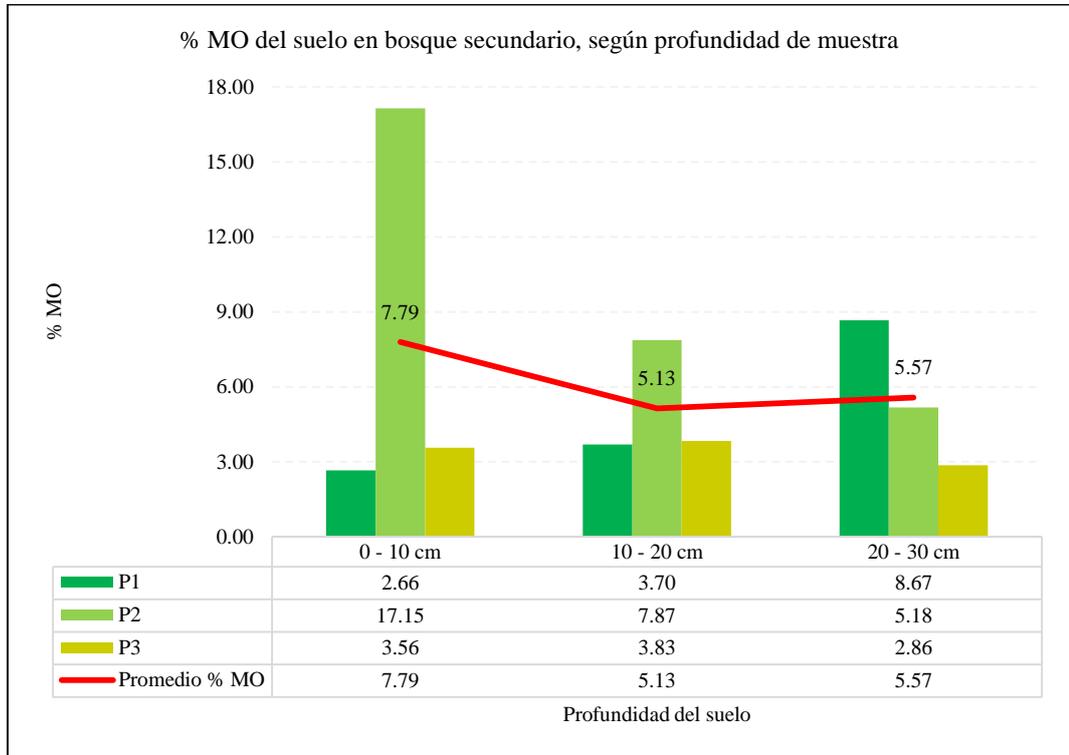
**Figura 27**

*%MO del suelo en bosque primario*



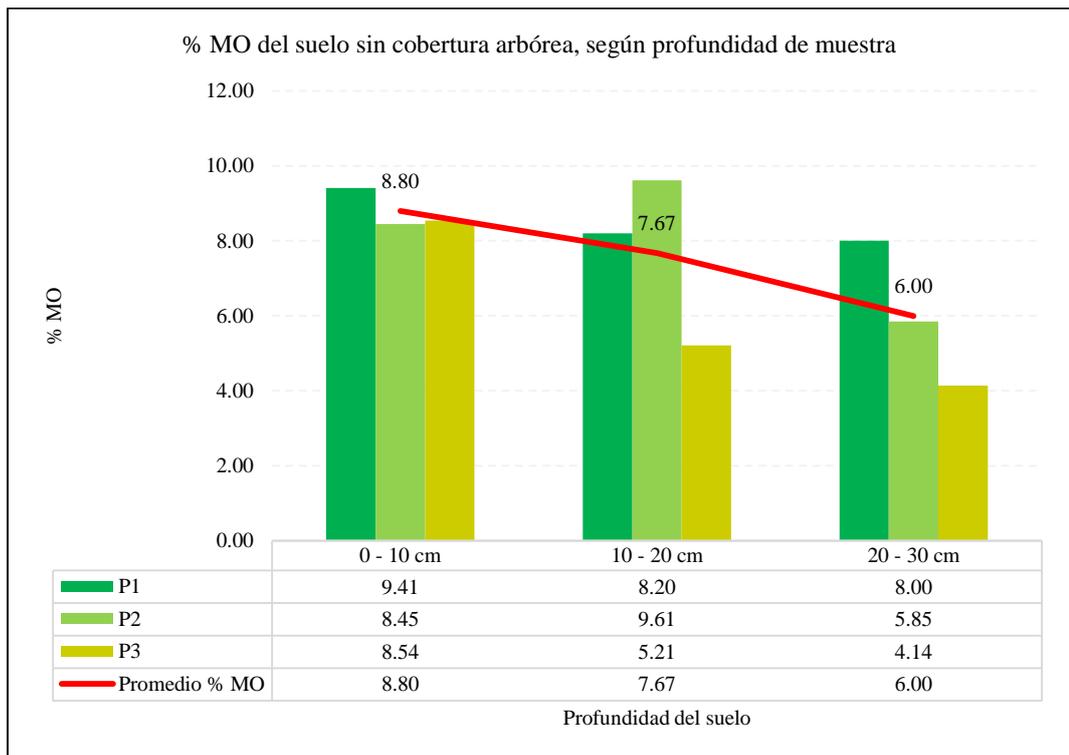
**Figura 28**

*%MO del suelo en bosque secundario*



**Figura 29**

*%MO del suelo en área sin cobertura arbórea*



#### 4.1.1.2.Hojarasca

La hojarasca en el suelo del bosque montano La Palma (Fig. 30) es mayor en el bosque primario con 85 396,79 Tn/ha, menor en el área sin cobertura arbórea con 64 714,96 Tn/ha, y media en el bosque secundario con 82 013,26 Tn/ha.

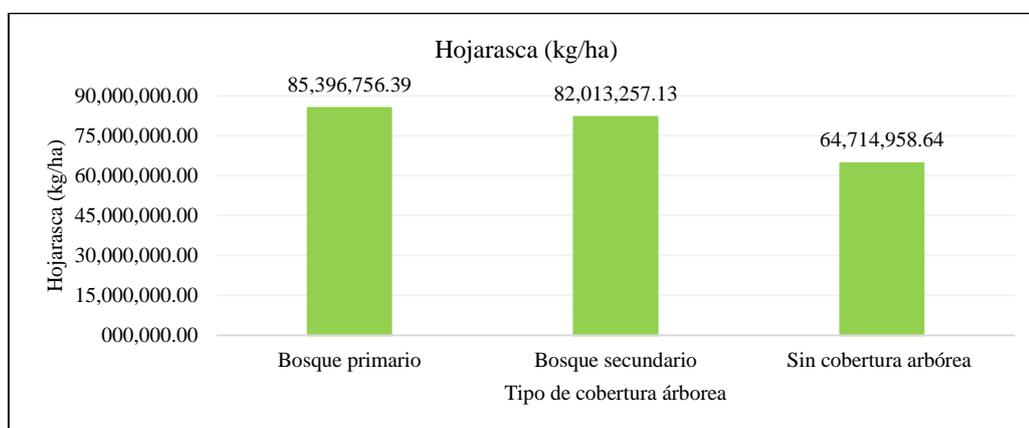
**Tabla 9**

*Hojarasca del suelo del bosque montano La Palma*

Código de muestra	Hojarasca (kg/ha)		
	Bosque primario	Bosque secundario	Sin cobertura arbórea
P1-H1	33 925 548,89	174 035 837,25	53 021 941,61
P1-H2	37 730 380,50	130 168 205,34	33 905 377,28
P1-H3	52 391 103,33	63 207 056,81	56 947 964,29
P2-H1	138 467 110,74	58 930 495,79	53 904 184,20
P2-H2	152 036 335,73	77 260 203,64	52 658 343,13
P2-H3	83 693 921,46	79 837 259,83	95 223 639,46
P3-H1	84 861 828,05	62 565 790,20	93 812 518,25
P3-H2	60 237 519,48	39 370 652,00	69 715 483,87
P3-H3	125 227 059,37	52 743 813,35	73 245 175,72
Promedio (kg/ha)	<b>85 396 756,39</b>	<b>82 013 257,13</b>	<b>64 714 958,64</b>
Promedio (Tn/ha)	85 396,76	82 013,26	64 714,96
Máximo (kg/ha)	152 036 335,73	174 035 837,25	95 223 639,46
Mínimo (kg/ha)	33 925 548,89	39 370 652,00	33 905 377,28
CV	44 003 783,65	42 944 970,45	20 259 983,37

**Figura 30**

*Hojarasca del suelo del bosque montano La Palma*



#### **4.1.2. *Propiedades físicas del suelo***

##### **4.1.2.1. Densidad aparente**

Se ha evaluado la densidad aparente del suelo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, en el bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea del bosque montano La Palma (Tabla 10). En el bosque primario la densidad aparente promedio del suelo es mayor de 0 a 10 cm de profundidad, con 0,692 g/cm<sup>3</sup>, luego disminuye a la profundidad de 10 a 20 cm, con 0,659 g/cm<sup>3</sup>, pero se incrementa a la profundidad de 20 a 30 cm, con 0,682 g/cm<sup>3</sup>, siendo en promedio la densidad aparente del suelo en el bosque primario 0,677 g/cm<sup>3</sup> (Fig. 31). En el bosque secundario la densidad aparente promedio del suelo, reduce conforme la muestra de suelo se toma a mayor profundidad, siendo así, de 0 a 10 cm, de 10 a 20 cm, y de 20 a 30 cm, se obtienen valores promedio de densidad aparente de 0,851 g/cm<sup>3</sup>, 0,762 g/cm<sup>3</sup>, y 0,684 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente (Fig. 32). En las áreas sin cobertura arbórea, la densidad aparente del suelo promedio, es mayor en los especímenes obtenidos de 10 a 20 cm, con 0,852 g/cm<sup>3</sup>, y es menor en las muestras de suelo tomadas de 0 a 10 cm, con 0,708 g/cm<sup>3</sup>, mientras que, de 20 a 30 cm de profundidad el suelo tiene densidad aparente promedio de 0,732 g/cm<sup>3</sup> (Fig. 33). Al comparar la densidad aparente promedio del suelo según cobertura vegetal, se observa que, el suelo en bosque secundario y el suelo en áreas sin cobertura vegetal tienen mayor densidad aparente promedio de 0,766 g/cm<sup>3</sup> y 0,764 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente, que, el suelo en bosque primario, que presenta densidad aparente media de 0,677 g/cm<sup>3</sup>, siendo así, se entiende que en áreas con mayor cantidad de cobertura vegetal, el suelo presenta menor densidad aparente, y en áreas con escasa y nula cantidad de cobertura vegetal el suelo presenta mayor densidad aparente.

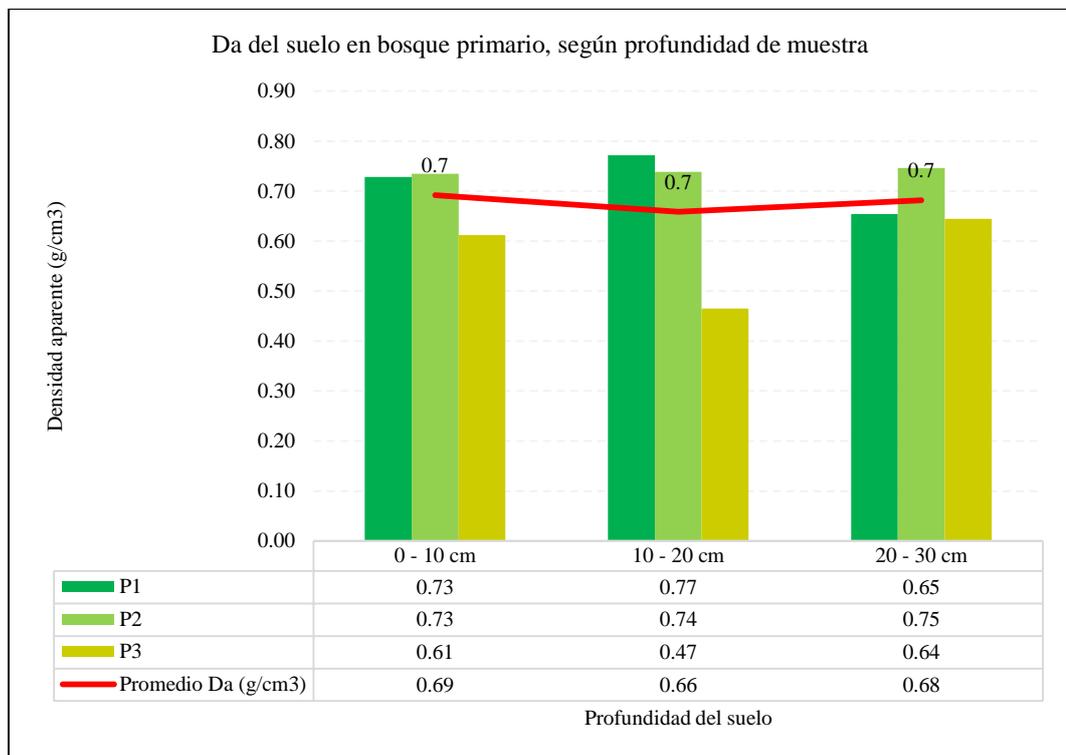
**Tabla 10**

*Densidad aparente del suelo del bosque montano La palma*

Profundidad del suelo (cm)	Densidad aparente (Da) g/cm <sup>3</sup>			Promedio Da (g/cm <sup>3</sup> )
	Bosque primario	Bosque secundario	Sin cobertura arbórea	
0 - 10	0,692	0,851	0,708	0,750
10 - 20	0,659	0,762	0,852	0,758
20 - 30	0,682	0,684	0,732	0,699
Promedio Da (g/cm <sup>3</sup> )	0,677	0,766	0,764	0,736

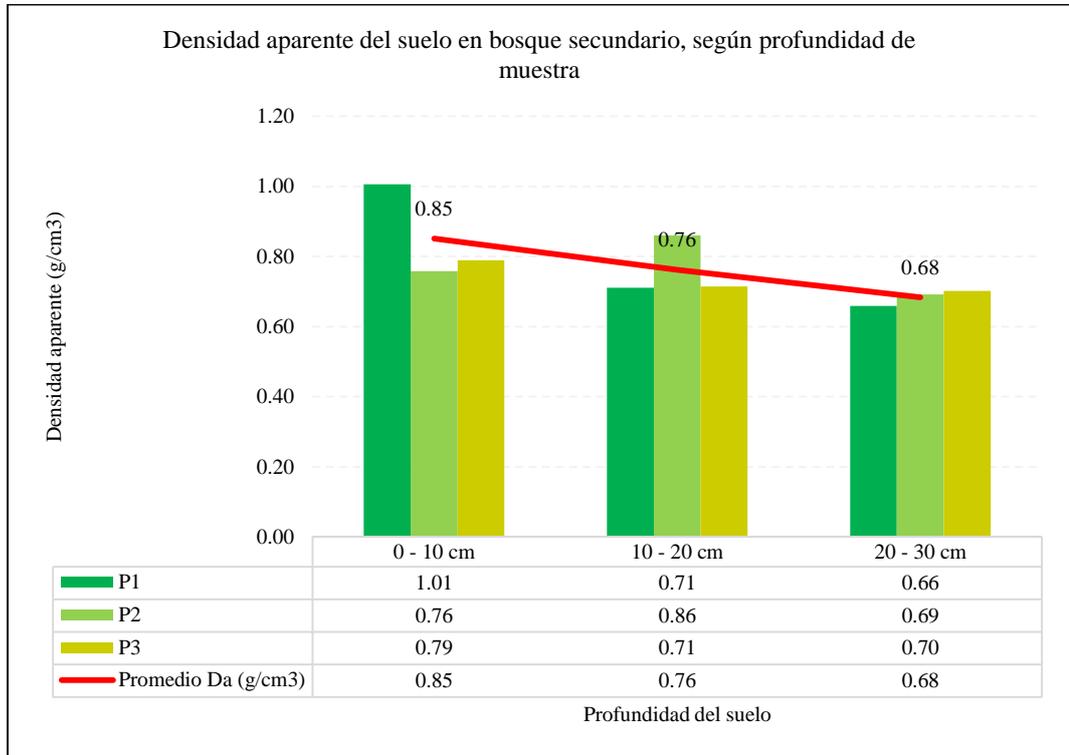
**Figura 31**

*Da del suelo en bosque primario*



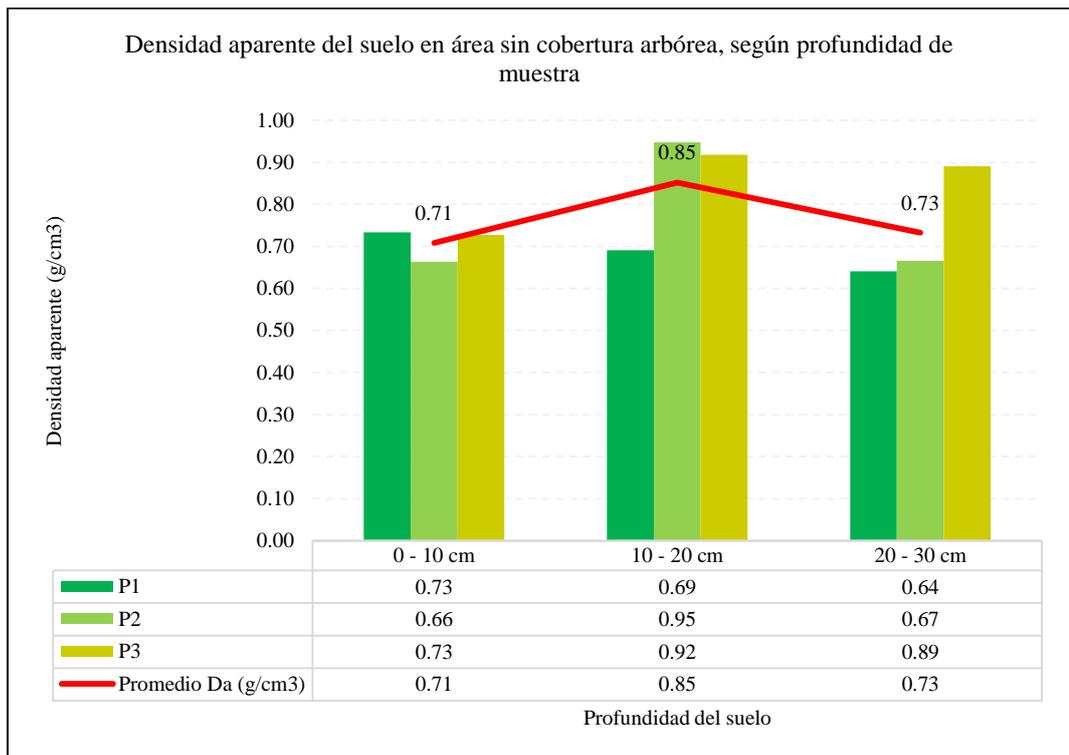
**Figura 32**

*Da del suelo en bosque secundario*



**Figura 33**

*Da del suelo en área sin cobertura arbórea*



#### 4.1.2.2. Textura

Se ha evaluado la textura del suelo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, en el bosque primario, bosque secundario y áreas sin protección arbórea del bosque montano La Palma (Fig. 37).

La textura del suelo en el bosque primario, varía según la profundidad de toma del espécimen, de 0 a 10 cm, el suelo tiene 43,46% de arena, 7,88% de limo y 48,67% de arcilla, por lo que, su textura es arcillosa, de 10 a 20 cm, el suelo está integrado por 42,72% de arena, 12,62% de limo, y 44,67% de arcilla, por lo que, su textura es arcillosa, mientras que, de 20 a 30 cm de profundidad, el suelo está formado por 50,36% de arena, 12,30% de limo y 37,33% de arcilla, por tanto, su textura es arcillosa arenosa (Tabla 11); en promedio el suelo en bosque primario tiene 45,51% de arena, 10,93% de limo y 43,56% de arcilla, por lo que, al ubicarlo en el triángulo textural del suelo, se califica como arcillosa arenosa (Fig. 34).

La textura del suelo en el bosque secundario, varía según la profundidad de toma del espécimen, de 0 a 10 cm, el suelo tiene 40,10% de arena, 12,56% de limo y 47,33% de arcilla, por lo que, su textura es arcillosa, de 10 a 20 cm, el suelo está integrado por 44,01% de arena, 15,99% de limo, y 40,00% de arcilla, por lo que, su textura es arcillosa, mientras que, de 20 a 30 cm de profundidad, el suelo está formado por 51,66% de arena, 11,01% de limo y 37,33% de arcilla, por tanto, su textura es arcillosa arenosa (Tabla 12); en promedio el suelo en bosque secundario tiene 45,26% de arena, 13,19% de limo y 41,56% de arcilla, por lo que, al ubicarlo en el triángulo textural del suelo, se califica como arcillosa arenosa (Fig. 35).

La textura del suelo en áreas sin cobertura arbórea, según la profundidad del muestreo, de 0 a 10 cm, el suelo tiene 43,51% de arena, 7,16% de limo y

49,33% de arcilla, por lo que, su textura es arcillosa, de 10 a 20 cm, el suelo está integrado por 45,94% de arena, 4,86% de limo, y 49,20% de arcilla, por lo que, su textura es arcillosa arenosa, mientras que, de 20 a 30 cm de profundidad, el suelo está integrado por 42,99% de arena, 5,01% de limo y 52,00% de arcilla, por tanto, su textura es arcillosa (Tabla 13); en promedio el suelo en áreas sin cobertura arbórea tiene 44,15% de arena, 5,68% de limo y 50,18% de arcilla, por lo que, al ubicarlo en el triángulo textural del suelo, se califica como arcillosa (Fig. 36).

**Tabla 11**

*Textura del suelo en bosque primario*

Profundidad del suelo (cm)	Bosque primario			Textura
	% arena	% limo	% arcilla	
0 - 10	43,46	7,88	48,67	Arcillosa
10 - 20	42,72	12,62	44,67	Arcillosa
20 - 30	50,36	12,30	37,33	Arcillosa arenosa
Textura	45,51	10,93	43,56	Arcillosa arenosa

**Tabla 12**

*Textura del suelo en bosque secundario*

Profundidad del suelo (cm)	Bosque secundario			Textura
	% arena	% limo	% arcilla	
0 - 10	40,10	12,56	47,33	Arcillosa
10 - 20	44,01	15,99	40,00	Arcillosa
20 - 30	51,66	11,01	37,33	Arcillosa arenosa
Textura	45,26	13,19	41,56	Arcillosa arenosa

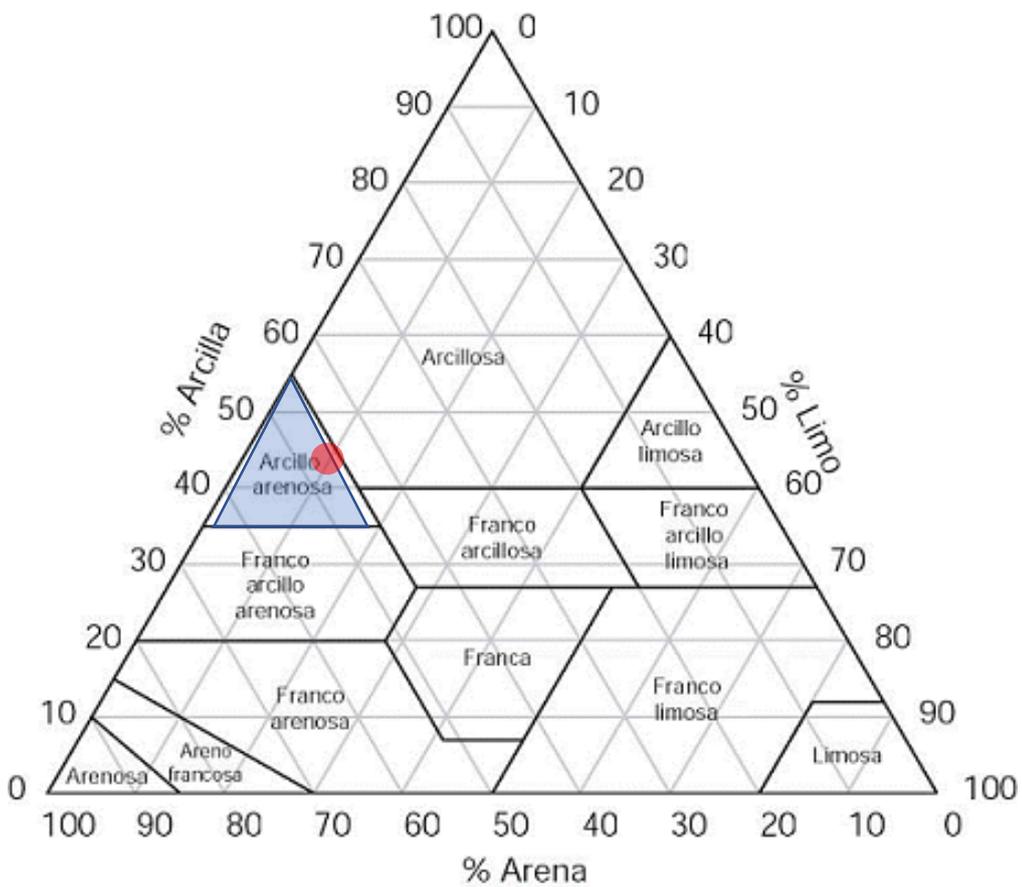
**Tabla 13**

*Textura del suelo en el área sin cobertura arbórea*

Profundidad del suelo (cm)	Sin cobertura arbórea			Textura
	% arena	% limo	% arcilla	
0 - 10	43,51	7,16	49,33	Arcillosa
10 - 20	45,94	4,86	49,20	Arcillosa arenosa
20 - 30	42,99	5,01	52,00	Arcillosa
Textura	44,15	5,68	50,18	Arcillosa

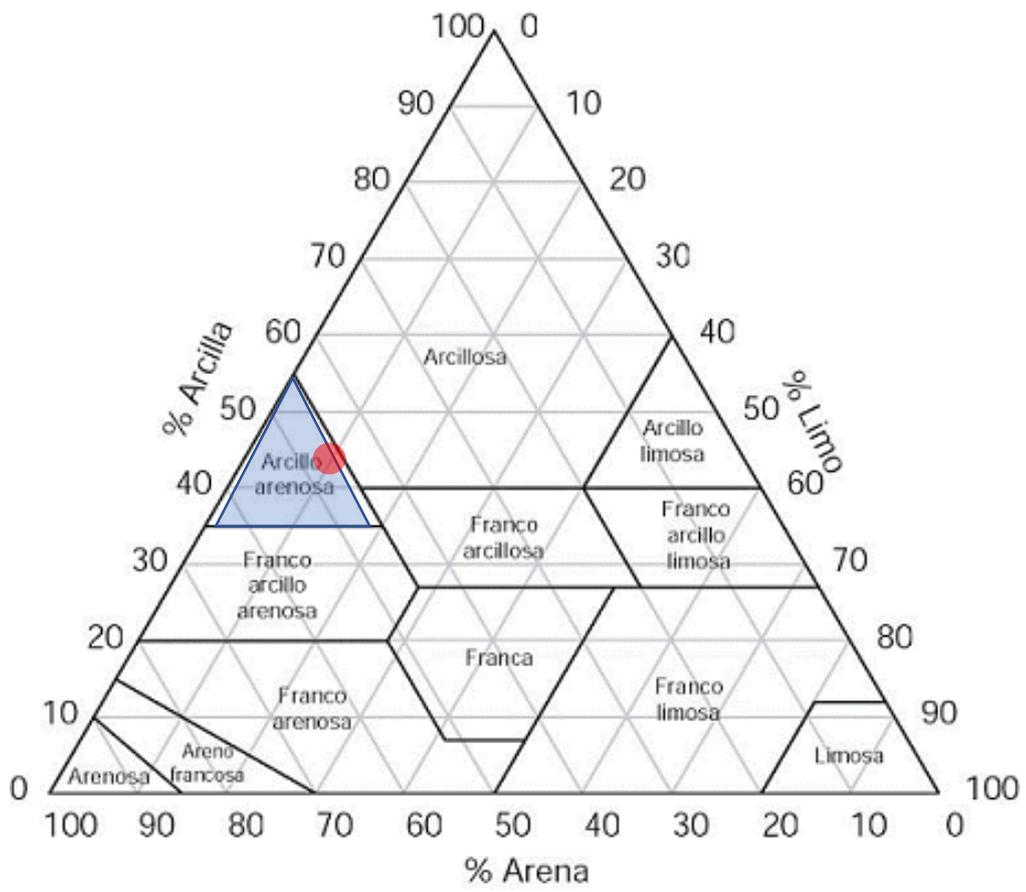
**Figura 34**

*Triángulo textural del suelo en bosque primario*



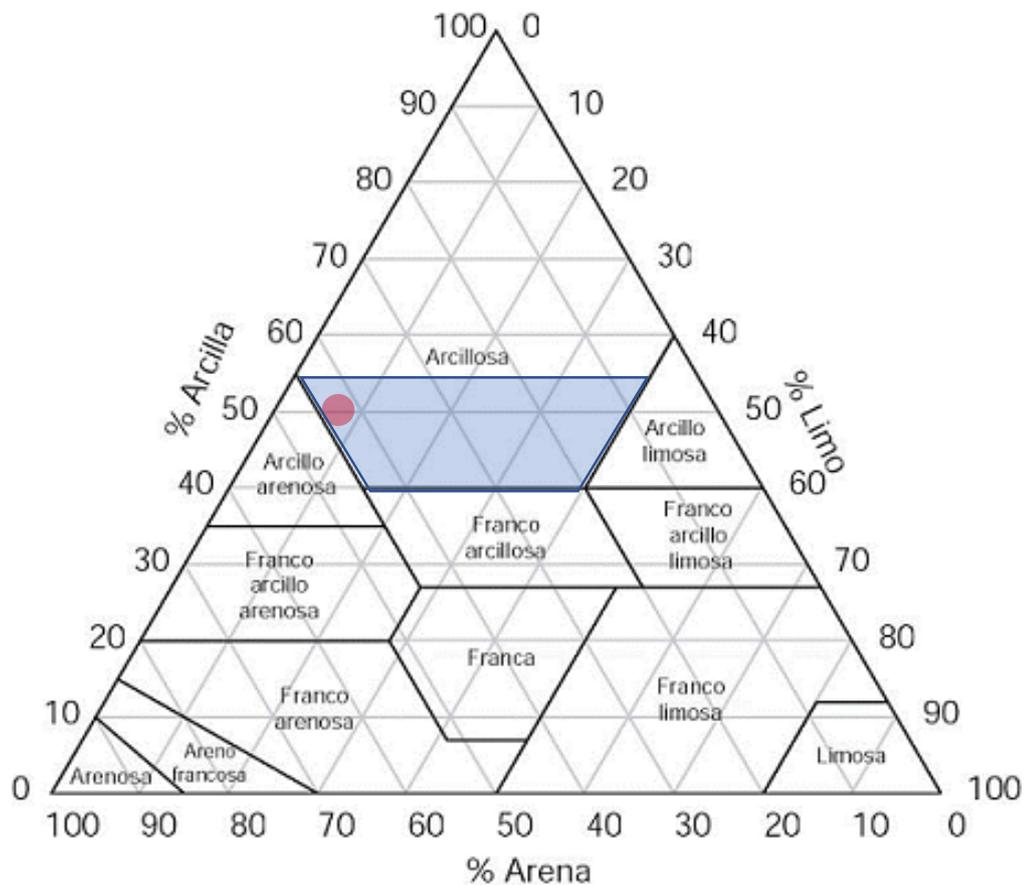
**Figura 35**

*Triángulo textural del suelo en bosque secundario*



**Figura 36**

*Triángulo textural del suelo en área sin cobertura arbórea*

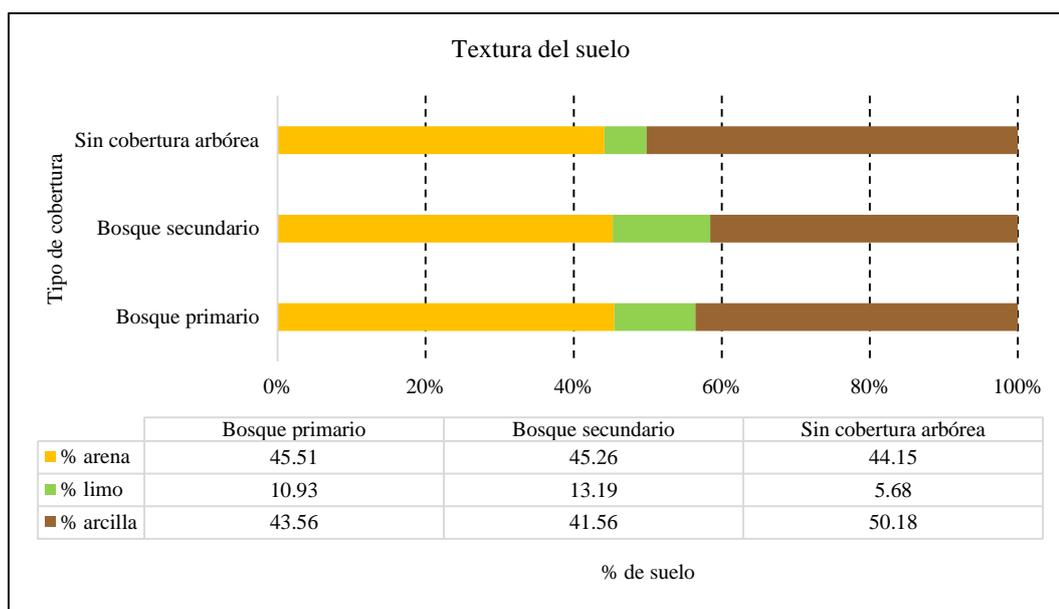


Al comparar la textura del suelo del bosque montano La Palma, según el tipo de cubierta vegetal, el porcentaje promedio de arena en el suelo es mayor en las áreas con mayor cubierta vegetal, siendo así, el porcentaje de arena promedio del suelo en bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura arbórea es 45,51%, 45,26% y 44,15%, respectivamente. El porcentaje promedio de limo en el suelo es mayor en bosque secundario y bosque primario con valores de 13,19% y 10,93%, mientras que, en áreas sin cobertura arbórea, el porcentaje promedio de limo en el suelo es de tan solo 5,68%. El porcentaje promedio de arcilla es mayor en las áreas sin cobertura arbórea, con 50,18%, mientras que, en el bosque secundario y bosque primario el porcentaje promedio de arcilla, es de tan solo

41,56% y 43,56%, respectivamente (Fig. 37). Así mismo, mientras que, en promedio según el triángulo textural, el suelo en bosque primario y bosque secundario se califica como arcilla arenosa, el suelo en áreas sin cobertura arbórea se califica como arcilloso (Tabla 11, 12, 13).

**Figura 37**

*Textura del suelo en el bosque montano La Palma*



#### 4.1.2.3. Color del suelo

Se ha determinado el color del suelo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, en espacios P1, P2 y P3 en el bosque primario, en las parcelas P4, P5 y P6 en el bosque secundario y en las parcelas P7, P8 y P9 en las áreas sin cobertura arbórea del bosque montano la Palma. El color del suelo en el bosque primario, varía según el tipo de muestra (húmeda o seca) y según la profundidad de muestreo; en los modelos de suelo húmedo, a hondura de 0 a 10 cm en los espacios P1, P2 y P3, es marrón grisáceo oscuro, marrón oscuro y marrón, respectivamente; a honduras de 10 a 20 cm, el suelo tiene color marrón oscuro, marrón oscuro y marrón grisáceo en las parcelas P1, P2 y P3, respectivamente; a profundidades de

20 a 30 cm, el suelo tiene color marrón grisáceo, marrón amarillento y marrón, para las parcelas P1, P2 y P3, respectivamente; así mismo, en los especímenes de suelo seco, en hondura de 0 a 10 cm, para las parcelas P1, P2, y P3, el color del suelo es marrón claro, marrón pálido y marrón pálido, respectivamente; a profundidades de 10 a 20 cm, para las parcelas P1, P2, y P3, el suelo tiene color marrón claro, marrón muy oscuro, y marrón grisáceo muy oscuro, respectivamente; a profundidades de 20 a 30 cm, el suelo tiene color marrón amarillento, marrón pálido y marrón amarillento, respectivamente, para las parcelas P1, P2 y P3. Siendo así, el color del suelo en el bosque primario es marrón con diferentes tonalidades de grisáceo, oscuro, claro, pálido o amarillento, según profundidad de extracción de la muestra, y según el estado húmedo o seco del suelo (Tabla 14).

**Tabla 14**

*Color del suelo en el bosque primario*

Parcela	Profundidad de la muestra (cm)	Color	
		Muestra húmeda	Muestra seca
P1	0 - 10	10YR 4/2 marrón grisáceo oscuro	10YR 4/3 marrón claro
P1	10 - 20	10YR 4/3 marrón oscuro	10YR 4/3 marrón claro
P1	20 - 30	10YR 5/2 marrón grisáceo	10YR 5/4 marrón amarillento
P2	0 - 10	10YR 3/1 marrón oscuro	10YR 3/3 marrón pálido
P2	10 - 20	10YR 3/2 marrón oscuro	10YR 6/4 marrón muy oscuro
P2	20 - 30	10YR 5/6 marrón amarillento	10YR 6/5 marrón pálido
P3	0 - 10	10YR 3/4 marrón	10YR 4/ 5 marrón pálido
P3	10 - 20	10YR 3/2 marrón grisáceo	10YR 4/2 marrón grisáceo muy oscuro
P3	20 - 30	10YR 5/4 marrón	10YR 6/2 marrón amarillento

El color de la superficie en un bosque secundario, varía según el tipo de muestra (húmeda o seca) y según la profundidad de muestreo; en los modelos de suelo húmedo, a hondura de 0 a 10 cm en los espacios P4, P5 y P6, es marrón oscuro; a honduras de 10 a 20 cm, el suelo tiene color marrón amarillento, marrón grisáceo y marrón grisáceo en las parcelas P4, P5 y P6, respectivamente; a profundidades de 20 a 30 cm, el suelo tiene color marrón amarillento para las parcelas P4, P5 y P6; así mismo, en los especímenes de suelo seco, ha calado de 0 a 10 cm, para las parcelas P4, P5, y P6, el color del suelo es marrón pálido; a profundidades de 10 a 20 cm, para las parcelas P4, P5, y P6, el suelo tiene color marrón pálido, marrón claro, y marrón muy pálido, respectivamente; a profundidades de 20 a 30 cm, el suelo tiene color marrón muy pálido, marrón pálido y marrón pálido, respectivamente, para las parcelas P4, P5 y P6. Siendo así, el color del suelo en el bosque secundario es marrón con diferentes tonalidades de grisáceo, oscuro, pálido o amarillento, según profundidad de extracción de la muestra, y según el estado húmedo o seco del suelo (Tabla 15).

**Tabla 15**

*Color del suelo en el bosque secundario*

Parcela	Profundidad de la muestra (cm)	Color	
		Muestra húmeda	Muestra seca
P4	0 - 10	10YR 5/2 marrón oscuro	10YR 4/6 marrón pálido
P4	10 - 20	10YR 5/4 marrón amarillento	10YR 4/6 marrón pálido
P4	20 - 30	10YR 3/3 marrón amarillento	10YR 3/4 marrón muy pálido
P5	0 - 10	10YR 2/4 marrón oscuro	10YR 3/3 marrón pálido
P5	10 - 20	10YR 5/2 marrón grisáceo	10YR 6/4 marrón claro
P5	20 - 30	10YR 5/6 marrón amarillento	10YR 6/5 marrón pálido
P6	0 - 10	10YR 4/3 marrón oscuro	10YR 4/6 marrón pálido
P6	10 - 20	10YR 4/2 marrón grisáceo	10YR 6/3 marrón muy pálido
P6	20 - 30	10YR 5/4 marrón amarillento	10YR 6/2 marrón pálido

El color del suelo en áreas sin cobertura arbórea, varía según el tipo de muestra (húmeda o seca) y según la profundidad de muestreo; en los especímenes de suelo húmedo, a calados de 0 a 10 cm en las parcelas P7, P8 y P9, es marrón oscuro; a calados de 10 a 20 cm, el suelo tiene color marrón grisáceo a muy grisáceo; a profundidades de 20 a 30 cm, el suelo tiene color marrón amarillento; así mismo, en los especímenes de suelo seco, a profundidad de 0 a 10 cm, para las parcelas P7, P8, y P9, el color del suelo es marrón pálido, marrón pálido y marrón amarillento, respectivamente; a calados de 10 a 20 cm, para las parcelas P7, P8, y P9, el suelo tiene color marrón amarillento, marrón claro, y marrón grisáceo, respectivamente; a profundidades de 20 a 30 cm, el suelo tiene color marrón muy pálido, marrón claro y marrón pálido, respectivamente, para las parcelas P7, P8 y P9. Siendo así, el color del suelo en áreas sin cobertura vegetal es marrón con diferentes tonalidades de grisáceo, oscuro, pálido o amarillento, según profundidad de extracción de la muestra, y según el estado húmedo o seco del suelo (Tabla 16).

**Tabla 16**

*Color del suelo en área sin cobertura vegetal*

Parcela	Profundidad de la muestra (cm)	Color	
		Muestra húmeda	Muestra seca
P7	0 - 10	10YR 5/2 marrón oscuro	10YR 2/4 marrón pálido
P7	10 - 20	10YR 5/4 marrón grisáceo	10YR 5/3 marrón amarillento
P7	20 - 30	10YR 5/4 marrón amarillento	10YR 5/2 marrón muy pálido
P8	0 - 10	10YR 4/4 marrón oscuro	10YR 4/6 marrón pálido
P8	10 - 20	10YR 3/3 marrón grisáceo	10YR 3/4 marrón claro
P8	20 - 30	10YR 4/3 marrón amarillento	10YR 4/4 marrón claro
P9	0 - 10	10YR 2/2 marrón oscuro	10YR 2/4 marrón amarillento
P9	10 - 20	10YR 4/2 marrón grisáceo muy oscuro	10YR 6/3 marrón grisáceo
P9	20 - 30	10YR 4/4 marrón amarillento	10YR 6/2 marrón pálido

Al comparar el color del suelo en el bosque montano La Palma, se ha observado que el suelo húmedo del bosque primario tiene mayormente color marrón oscuro, mientras que, el color del suelo húmedo en la floresta secundario y en áreas sin cubierta frondosa varían de color según profundidad del suelo, siendo marrón oscuro, marrón grisáceo y marrón amarillento a calados de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente. El suelo seco, del bosque primario, tiene color predominante marrón pálido, marrón y marrón amarillento, a calados de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente. Siendo así, el color del suelo es marrón, pero tiene un tono más oscuro a menores profundidades (0 a 10 cm), y más amarillento o pálido a profundidades mayores (20 a 30 cm), así mismo, no se muestra diferencia en el color del suelo según cobertura vegetal, debido a que todas las muestras son marrones con tonalidades oscuras, grisáceas, pálidas o amarillentas.

#### **4.1.3. *Propiedades químicas del suelo***

##### **4.1.3.1. pH**

El valor del pH indica la acidez o alcalinidad del suelo, en el caso del estudio, se ha determinado el pH del suelo a honduras de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, en el bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea del bosque montano La Palma (Tabla 17). En el bosque primario, el pH del suelo se aumenta conforme la muestra de suelo es tomada a mayor profundidad en las parcelas P1 (4,80, 5,60 y 4,60 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), P2 (4,90, 4,60 y 4,70 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente) y P3 (4,60, 4,30 y 5,20 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), siendo así, el pH promedio del suelo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, es 4,77, 4,83, y 4,83, respectivamente (Fig. 38). En el bosque

secundario, sucede lo contrario, el pH del suelo disminuye a mayor hondura de toma de la muestra de suelo en las parcelas P4 (5,30, 4,70, y 4,30 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), P5 (5,00, 5,30 y 5,20 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente) y P6 (4,60, 4,50 y 4,60 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), siendo así, el pH promedio del suelo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, es 4,97, 4,83, y 4,70, respectivamente (Fig. 40). En las áreas sin cobertura arbórea, el pH del suelo difiere sin tener depende de la profundidad del muestreo del suelo para las parcelas P7 (5,90, 6,40 y 5,90 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), P8 (5,60, 5,50 y 5,20 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente) y P9 (5,60, 5,90 y 5,90 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), siendo así, el pH promedio del suelo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, es 5,70, 5,93, y 5,67, respectivamente (Fig. 39).

El pH del suelo en el bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura arbórea, en promedio es 4,81, 4,83, y 5,77, respectivamente, por tanto, el pH del suelo es ácido, en los tres casos, pero, se evidencia que, a menor cantidad de cobertura vegetal, el suelo se va acercando al pH neutral (pH= 7), el cual se espera en suelos agrícolas.

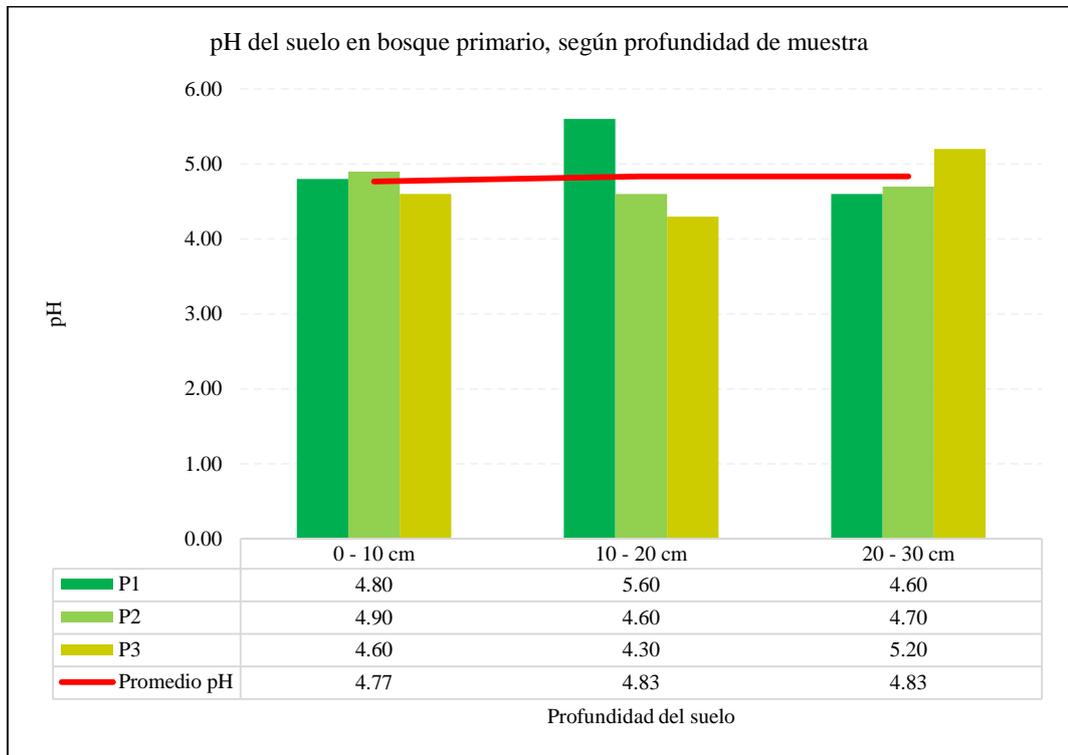
**Tabla 17**

*pH del suelo del bosque montano La Palma*

Profundidad del suelo (cm)	pH			Promedio pH
	Bosque primario	Bosque secundario	Sin cobertura arbórea	
0 - 10	4,77	4,97	5,70	5,14
10 - 20	4,83	4,83	5,93	5,20
20 - 30	4,83	4,70	5,67	5,07
pH	4,81	4,83	5,77	5,14

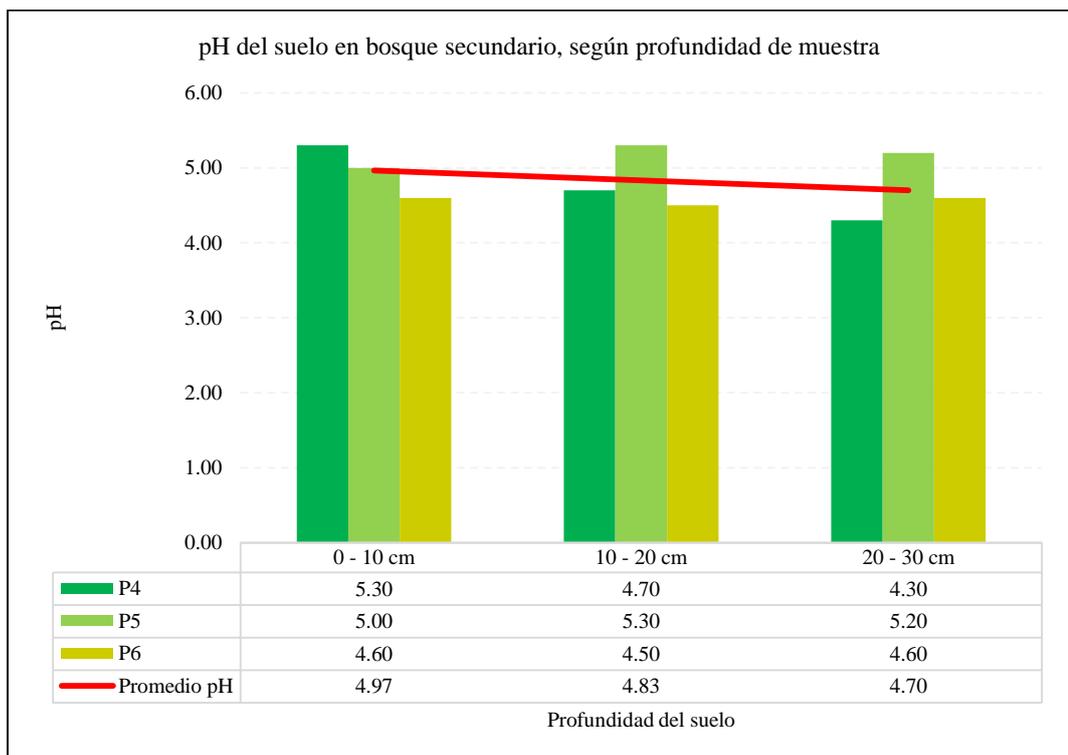
**Figura 38**

*pH del suelo en bosque primario*



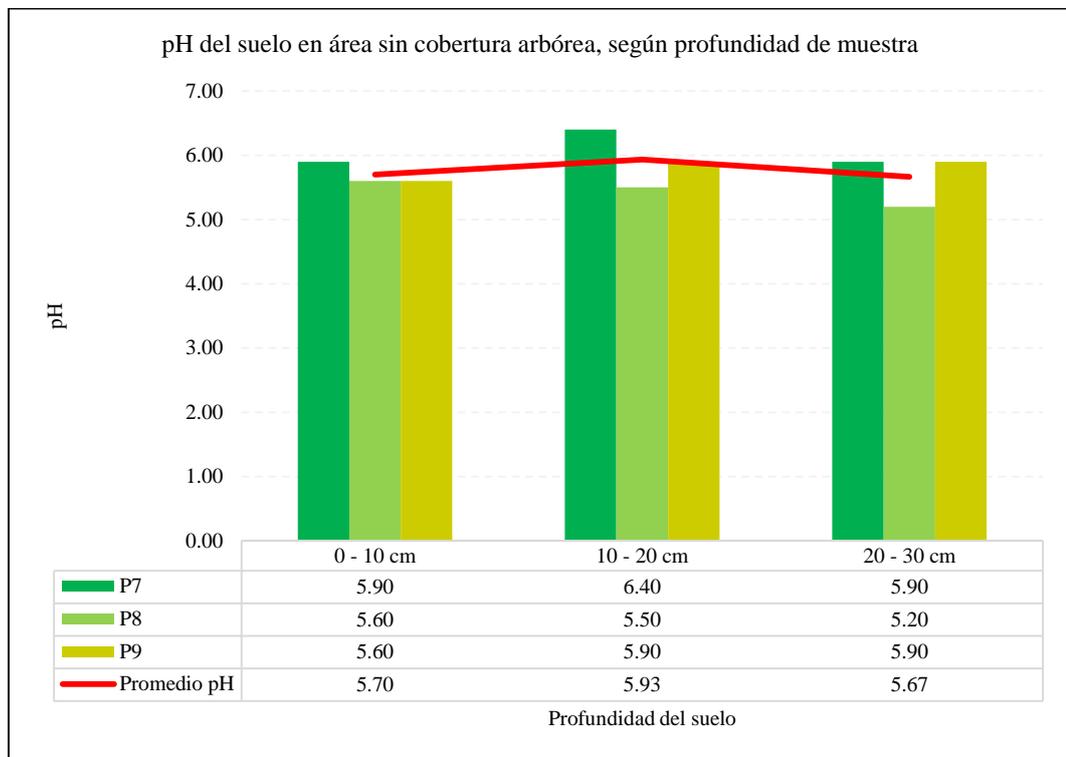
**Figura 39**

*pH del suelo en bosque secundario*



**Figura 40**

*pH del suelo en área sin cobertura arbórea*



#### 4.1.3.2. Conductividad eléctrica (CE)

Se ha determinado la CE del suelo, capacidad para transferir la corriente eléctrica en el agua, a honduras de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, en el bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea del bosque montano La Palma (Tabla 18). En el bosque primario, la conductividad eléctrica promedio del suelo es menor a profundidades de 10 a 20 cm, con 36,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pero es mayor a profundidades de 20 a 30 cm, con 50,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, en las muestras de suelo de 0 a 10 cm, la conductividad eléctrica promedio es 44,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 41). En el bosque secundario, la conductividad eléctrica promedio del suelo es menor a profundidades de 0 a 10 cm, con 27,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pero es mayor a profundidades de 10 a 20 cm, con 36,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, en las muestras de suelo de 20 a 30 cm, la conductividad eléctrica promedio del suelo es 31,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 42). En las áreas sin cobertura arbórea, la conductividad eléctrica es mayor

a profundidades de 0 a 10 cm, con 95,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo menor a honduras de 10 a 20 cm, con 28,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, los especímenes de suelo tomadas a honduras de 20 a 30 cm, tienen conductividad eléctrica promedio de 59,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Fig. 43). En bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura arbórea, la conductividad eléctrica del suelo no sufre variación según la profundidad del suelo, sino que los valores promedio son disimiles, así mismo, la conductividad eléctrica promedio del suelo, presenta aumento en áreas sin cobertura arbórea, con 61,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, para áreas o zonas con mayor cobertura vegetal, como el bosque primario y el bosque secundario, se alcanza en promedio la conductividad eléctrica de 43,56  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y 31,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente.

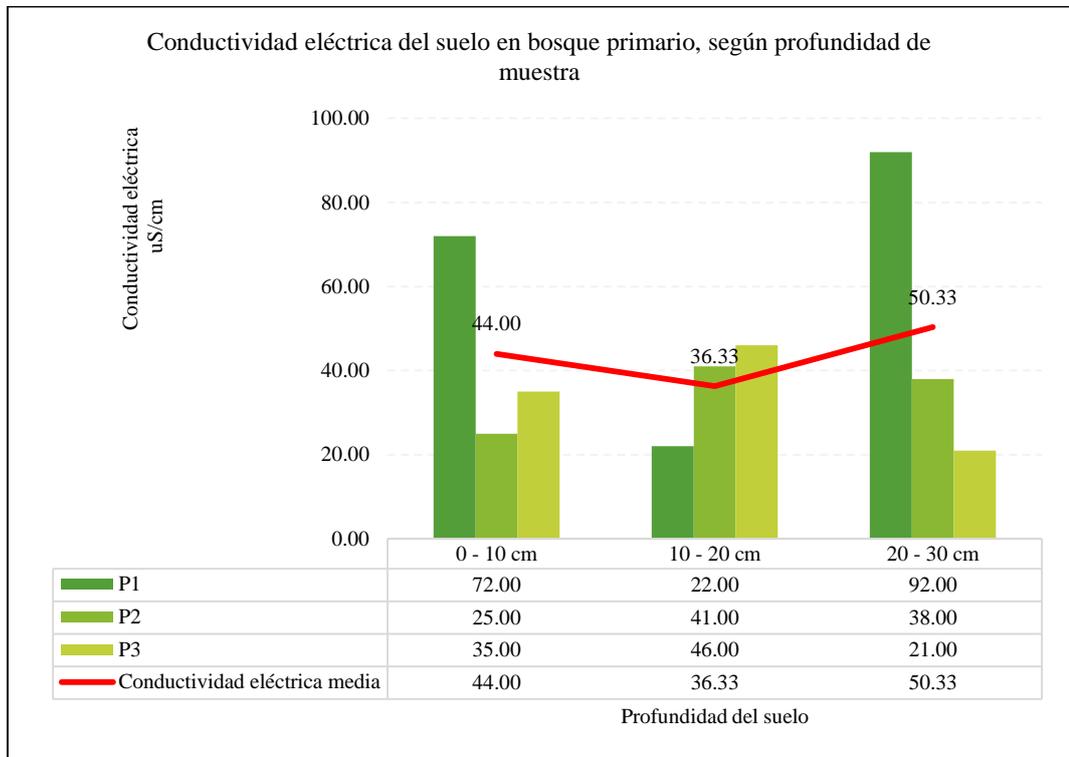
**Tabla 18**

*Conductividad eléctrica del suelo del bosque montano La Palma*

Profundidad del suelo (cm)	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$			Promedio conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
	Bosque primario	Bosque secundario	Sin cobertura arbórea	
0 - 10	44,00	27,33	95,00	55,44
10 - 20	36,33	36,33	28,67	33,78
20 - 30	50,33	31,33	59,33	47,00
Conductividad eléctrica	43,56	31,67	61,00	45,41

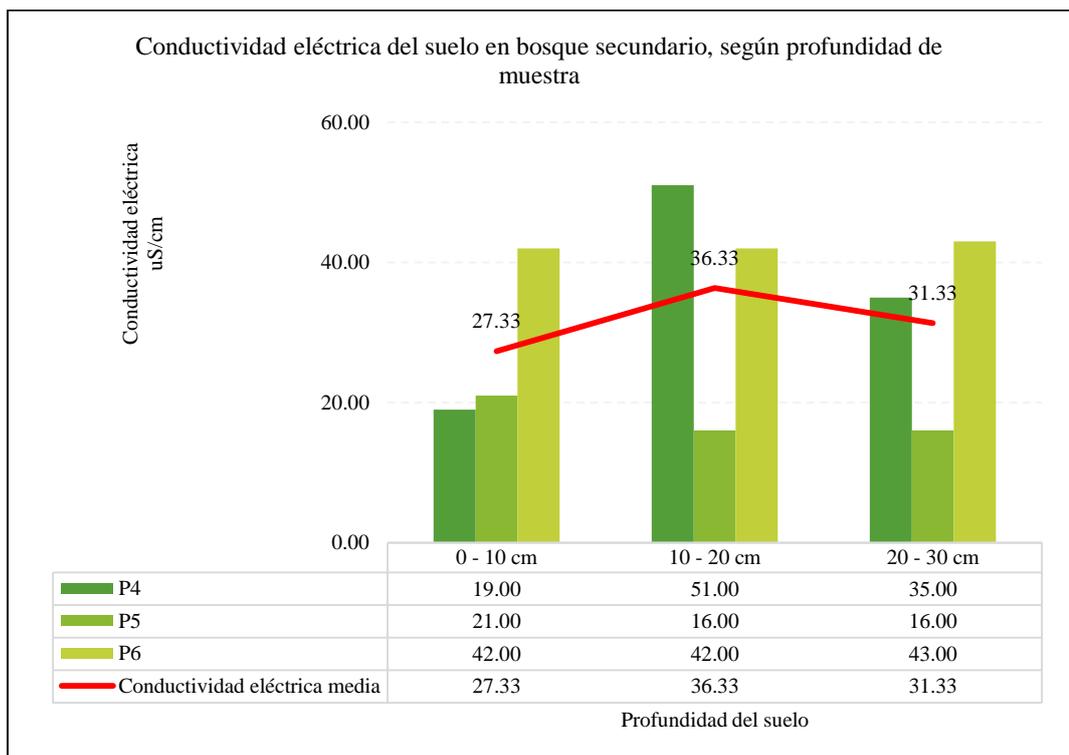
**Figura 41**

*CE del suelo en bosque primario*



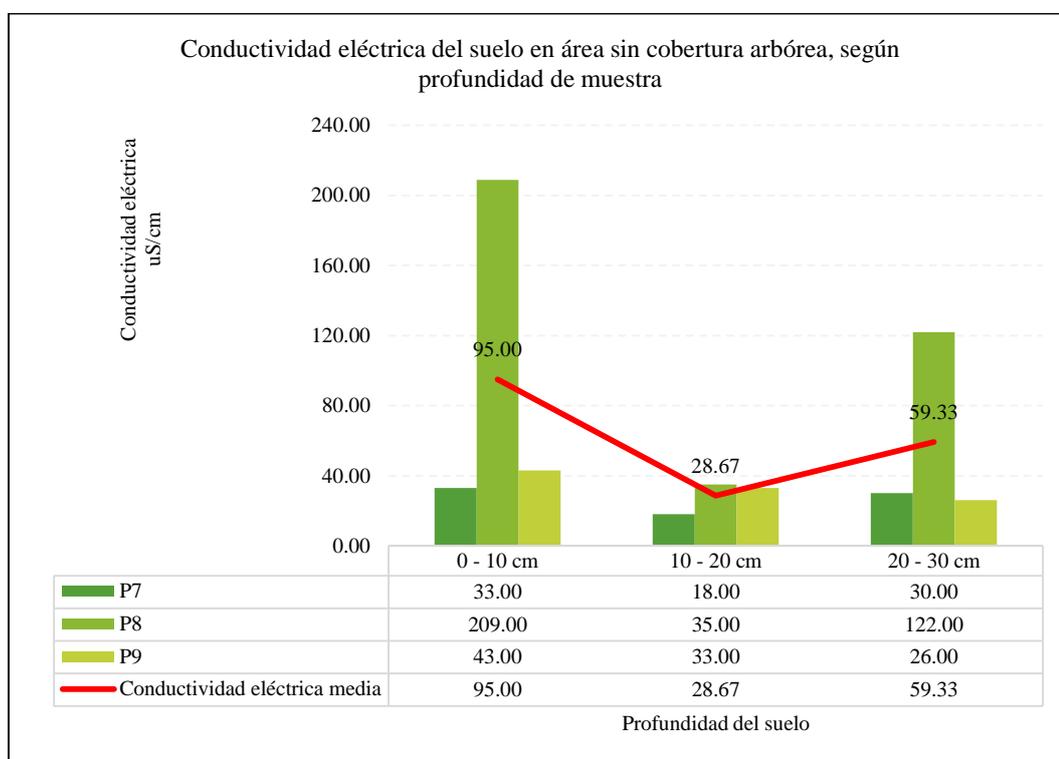
**Figura 42**

*CE del suelo en bosque secundario*



**Figura 43**

*CE del suelo en área sin cobertura arbórea*



#### 4.2. Discusión de resultados

Se han determinado las propiedades físicas (densidad aparente  $d_a$ , color, textura), químicas (pH y conductividad eléctrica CE) y contenido de materia orgánica (contenido de materia orgánica %MO, hojarasca) del suelo, según cobertura vegetal: bosque primario, bosque secundario, áreas sin cobertura arbórea, en el bosque montano La Palma, distrito de Conchán, provincia de Chota, con el objetivo de verificar si el tipo de cobertura vegetal incide en las propiedades del suelo, determinando que:

El %MO del suelo del bosque primario, disminuye de 10 a 20 cm, luego tiene un incremento a la profundidad de 20 a 30 cm, pero la mayor concentración se da en la hondura de 0 a 10 cm; en el bosque secundario, el %MO del suelo varía de forma similar, en conclusión el mayor contenido de materia orgánica se da a hondura de 0 a 10 cm, mientras que, en áreas sin cobertura arbórea el

contenido orgánico disminuye progresivamente a mayor hondura del suelo (Fig. 45), difiriendo con lo determinado por Burga (2019), quien argumenta que a más hondura el suelo almacena más contenido de materia orgánica, no obstante, en el estudio sucede lo contrario debido a que, la cobertura arbórea influye en el contenido de materia orgánica, por medio de hojarascas, ramas y corteza de árboles que, mejoran las características superficiales del suelo del bosque montano La Palma, no obstante, a mayor profundidad se muestra más incidencia de la cobertura vegetal en los parámetros físicos del suelo, tal como, argumenta Montenegro (2018).

En el bosque primario, bosque secundario, y área sin cobertura arbórea, el contenido de materia orgánica del suelo (%MO) su promedio es 8,33%, 6,16% y 7,49% respectivamente, valores más altos que, los obtenidos por Altamirano (2022) en el Calvario, para sistemas agroforestales y parcelas control con 4,07% y 2,33%, respectivamente, Ortiz et al. (2018) en plantaciones con eucalipto – opuntia donde el contenido de materia orgánica era 4,90%, Yanac (2018) cuya materia orgánica en suelos sin cobertura, con bosques Kudzú, bosques Cavalia y bosques Centrosema era 1,32%, 1,89%, 1,37% y 1,97%, respectivamente, y, Romero (2017) cuyo suelo en bosque primario y secundario alcanzaba valores de 6,2% y 2,0% de materia orgánica, pero similares, a la proporción de materia orgánica obtenida según Valles (2016), de 8,73% en bosques de Iquitos. La proporción de materia orgánica es mayor en el bosque primario que, en el bosque secundario o área sin cobertura arbórea en 26% y 10,08%, respectivamente, tal como, en el análisis de Ahmaid et al. (2020), quienes determinaron que, las áreas con plantaciones de cobertura, presentaban 11,30% más materia orgánica que, las áreas sin cobertura vegetal; Huamán-Carrión et al. (2021) determinaron que la

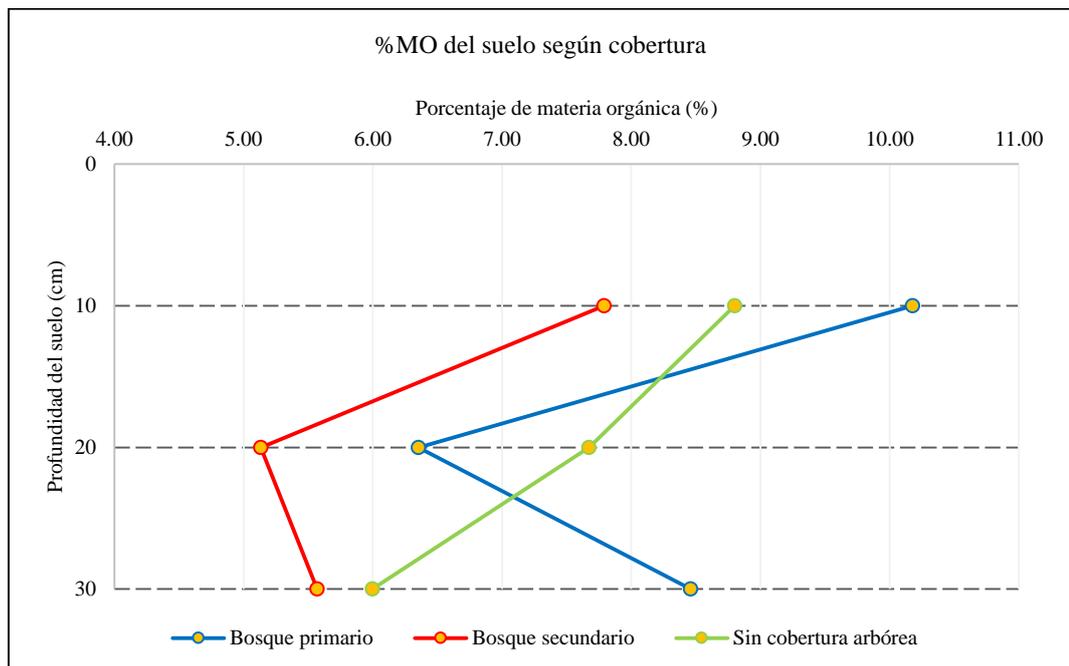
materia orgánica media es 21,60, por lo que, debe promoverse la restauración de los pastos degradados, también, Prommer et al. (2020) determinaron que las áreas con mayor especie de plantas tenían 29% más contenido de materia orgánica que las áreas sin cobertura arbórea; así mismo, Pazmiño (2020) verificó que, la materia orgánica en suelos sin cobertura arbórea era 5,5%, mientras que, en suelo con cobertura arbórea era 15%, siendo así, recomendaron la reforestación, como medida de mejoramiento del suelo.

En el bosque montano La Palma, la materia orgánica de tierra se ve influencia por la cantidad y tipo de cubierta vegetal, lo que difiere de la afirmación dada por Reinoso (2020), quien argumenta que, el monto del carbono orgánico es igual para un suelo pajonal que para un suelo de pastizal, y por Ottos (2015), Las terrazas tenían un mayor contenido de materia orgánica que las mesetas, 3,75% y 2,69% respectivamente, pero en este estudio los suelos procedentes de praderas o tierras deforestadas tenían un menor %MO que, los suelos de bosques primarios con abundante cobertura forestal, pero en promedio tenían un mayor %MO que, los suelos de bosques secundarios, esto se debe a que, el bosque secundario tiene áreas que ya han sido afectadas por la intervención del hombre, con la tala de árboles y el pastoreo, tal como, explican Carvajal-Hernández et al. (2017), así mismo, Cristóbal et al. (2020) explica que, áreas sin cobertura arbórea pero con pastizales nativos tienen mayor porcentaje de materia orgánica que áreas con cobertura arbórea pero que, han sido afectadas por actividades antropogénicas, como plantaciones de pino o eucalipto; Soleimani et al. (2019) también explican que, al pasar un bosque natural o primario, a condiciones de bosque secundario con plantaciones que, no sean nativas, el volumen de materia orgánica reduce hasta en 53%, mientras que, si se mantienen las especies nativas al pasar de bosque

secundario a pastizal, se puede incrementar la materia orgánica hasta en 25%; Bargali et al. (2019), también ha verificado que en bosques nativos la cobertura vegetal es mayor que, en bosques secundarios o bosques mixtos; tal como, se ha verificado en el presente estudio, donde, el suelo del área sin cobertura arbórea tiene en promedio con más porcentaje de materia orgánica que el bosque secundario, pero sigue siendo mínimo en comparación con el bosque primario, debido a que, Prommer et al. (2020) argumenta que, mientras mayor sea el número de especies de plantas y la biomasa microbiana, mayor será el volumen de materia orgánica en el suelo, siendo así, solo en bosques primarios cumplirían con esas características de forma natural.

**Figura 44**

*% MO del suelo según cobertura vegetal*



La densidad aparente ( $D_a$ ) del suelo en bosque primario, es menor en honduras de 10 a 20 cm, pero es mayor entre 0 a 10 cm, mientras que, los bosque secundario, la cohesión aparente del suelo disminuye progresivamente a mayor profundidad en la toma de muestra, en cambio, en áreas sin cobertura arbórea, la

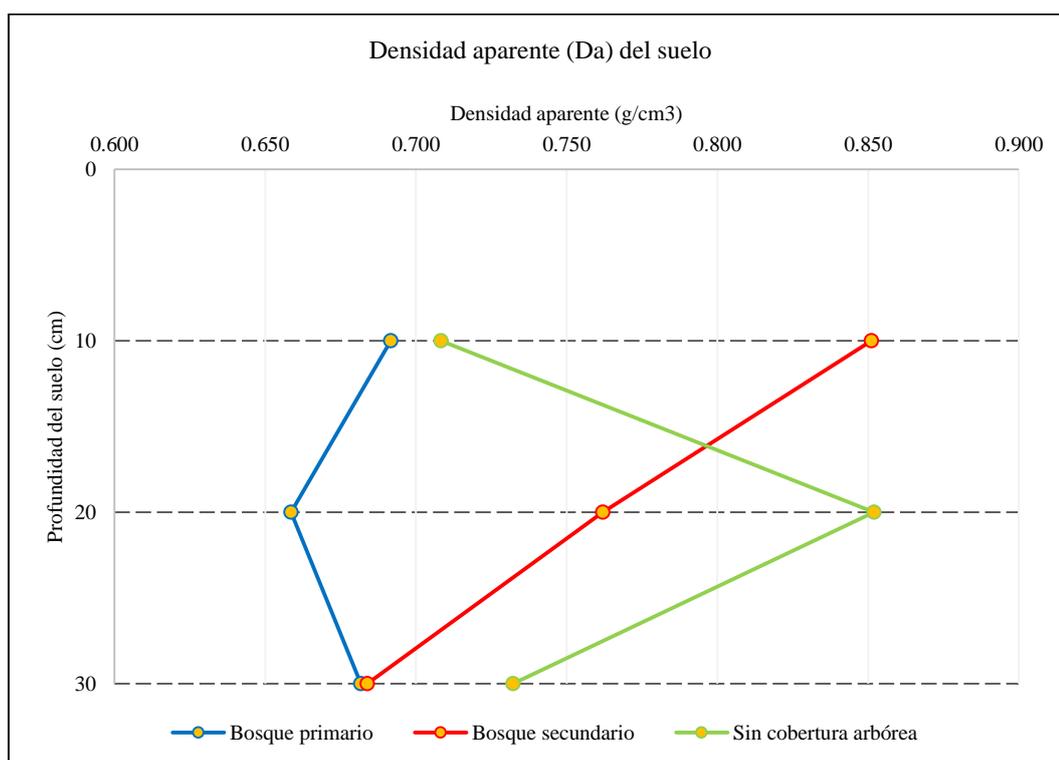
densidad aparente del suelo es menor de 20 a 30 cm, y mayor a profundidades de 10 a 20 cm (Fig. 45), siendo así, es notable la diferencia del comportamiento de la cohesión aparente según profundidad del suelo en bosques primario y áreas sin cobertura arbórea, mientras que, para bosques primarios se tiene mayor densidad en muestras superficiales para áreas sin cobertura vegetal en muestras de suelo más profundas, la diferencia se debe a la acumulación de hojas y residuos vegetales que llevan a, que la densidad sea menor en épocas sin lluvia o mayor en épocas de lluvias, según argumenta Bargali et al. (2018).

En bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura vegetal la consistencia aparente del suelo promedio es  $0,68 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $0,77 \text{ g.cm}^{-3}$  y  $0,76 \text{ g.cm}^{-3}$ , correspondientemente, valores menores pero similares a  $0,81 \text{ g.cm}^{-3}$  densidad aparente determinada para pastizales de Tamboloma citado por Reinoso (2020). La consistencia aparente es menor para suelos en bosque primario, que suelos en áreas sin cobertura arbórea, siendo similar a lo determinado por Romero (2017) cuya densidad del suelo en bosque primario era  $0,68 \text{ g.cm}^{-3}$  pero en bosque secundario era  $1,04 \text{ g.cm}^{-3}$ , no obstante, difiere con lo determinado por Guzmán et al. (2019), Quienes determinaron que la densidad aparente para el suelo sin cobertura arbórea y con cobertura arbórea era  $1,17 \text{ g.cm}^{-3}$  y  $1,24 \text{ g.cm}^{-3}$ , correspondientemente; esta diferencia se debe a que, en el bosque montano La Palma las muestras de suelo tienen similar densidad aparente sin importar la profundidad de toma de la muestra (Fig. 46), y sin diferenciar el tipo de cubierta vegetal que esté presente en el área de estudio, tal como, en el análisis de Ortiz et al. (2018) donde la densidad aparente no variaba a pesar de la diferencia de cobertura vegetal entre los radiales muestreados, alcanzando valores de  $1,36 \text{ g.cm}^{-3}$ ,  $1,24 \text{ g.cm}^{-3}$  y  $1,22 \text{ g.cm}^{-3}$ , para área con cobertura vegetal de eucalipto – opuntia,

sin cobertura y solo eucalipto. Siendo así, la densidad aparente del suelo de 0 a 10 cm de hondura, es menor en bosque primario, pero mayor en bosque secundario, y el punto medio, se da en áreas sin cobertura arbórea, no obstante, de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm de hondura la densidad aparente del suelo aumenta conforme disminuye la cubierta vegetal (bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura arbórea), como se puede observar en la Fig. 46, esto según Bargali et al. (2018) se debe a la acumulación de residuos orgánicos sobre el suelo que drenan el agua y vacíos del mismo, generando un suelo menos denso, es decir con menor peso por unidad de volumen, mientras que, en áreas con menor cobertura vegetal, los vacíos generan un mayor peso por unidad de volumen, por tanto, se puede argumentar que, la densidad aparente analizada según profundidad si se ve afectada por la cobertura vegetal, aun cuando en promedio aparentemente no tendría incidencia.

**Figura 45**

*Da del suelo según cobertura vegetal*



El porcentaje promedio de arcilla en el suelo disminuye mientras mayor sea su cubierta vegetal, en bosques primarios, bosques secundarios y área sin cobertura arbórea el porcentaje de arcilla en el suelo es 43,56%, 41,56% y 50,18%, respectivamente, en cambio, el porcentaje de limo en el suelo disminuye mientras menor sea su cobertura vegetal, para bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura arbórea el porcentaje de limo en el suelo es 10,93%, 13,19% y 5,68%, respectivamente; así mismo, su volumen de arena en suelos, también reduce mientras menor sea la cobertura vegetal, para bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura arbórea el porcentaje de arena es 45,51%, 45,26% y 44,15%, respectivamente; este cambio se da según explica Bargali et al. (2019) por la acumulación de hojarasca, ramas, y otras condiciones, que hacen que su textura en el suelo cambie según la cubierta vegetal.

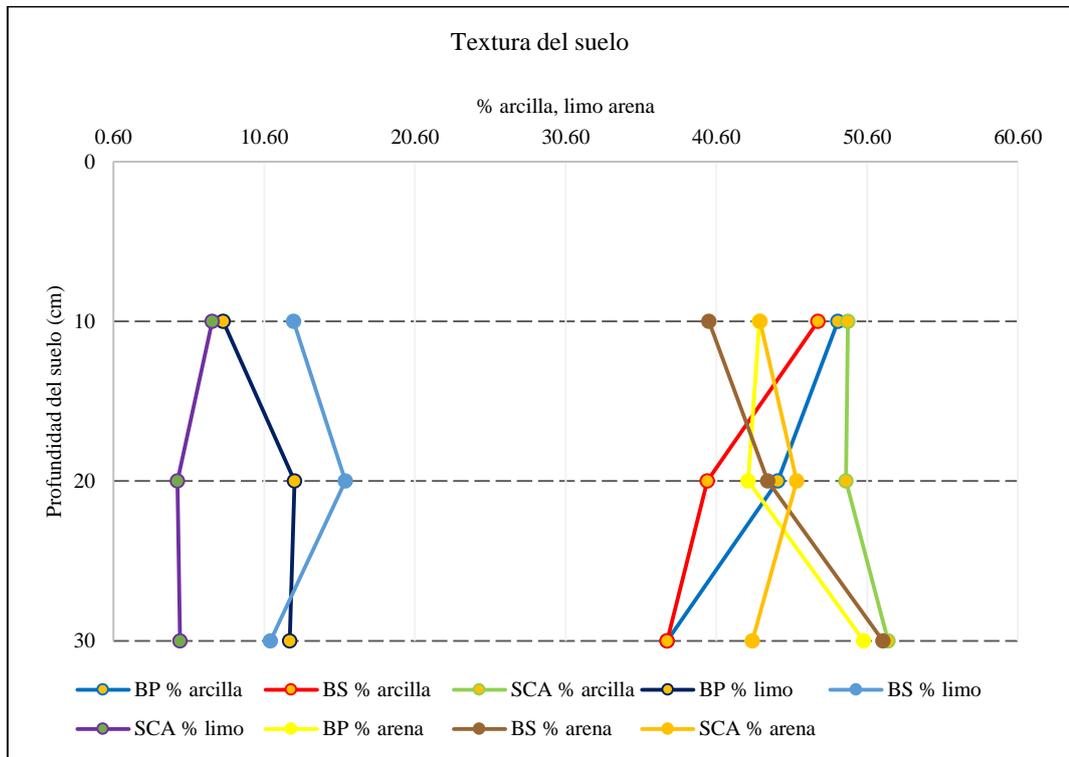
El cambio en la proporción de arcilla, arena y limo en el suelo también varía en función de la cuenca de muestreo (Figura 47): a medida que acrecienta el calado de muestreo, también acrecienta el porcentaje de arcilla, arena y limo en el bosque primario. de suelo menor porcentaje de arcilla (48,67%, 44,67%, y 37,33% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), pero mayor porcentaje de limo (7,88%, 12,62%, y 12,30% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente) y arena (43,46%, 42,72%, y 50,36% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), con lo que se caracteriza texturalmente como arcilla de 0 a 20 cm y arcilla arenosa de 20 a 30 cm; en bosque secundario a mayor profundidad de toma de la muestra de suelo menor porcentaje de arcilla (47,33%, 40,00%, y 37,33% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente) y limo (12,56%, 15,99% y 11,01% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm,

respectivamente), pero mayor porcentaje de arena (40,10%, 44,01% y 51,66% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), con lo que, se caracteriza texturalmente como arcilla de 0 a 20 cm y arcilla arenosa de 20 a 30 cm; en cambio, en área sin cobertura arbórea a mayor profundidad menor porcentaje de arcilla (49,33%, 49,20% y 52,00% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), limo (7,16%, 4,86%, 5,01% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente) y arena (43,51%, 45,94%, 42,99% de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente), que es disímil a la profundidad de 10 a 20 cm, debido que a esa profundidad se encuentran mayores porcentajes de arena (45,94%), y menores porcentajes de limo (4,86%) y arcilla (49,20%), con lo que se caracteriza texturalmente de 0 a 10 cm como arcilla, de 10 a 20 cm como arcilla arenosa, y de 20 a 30 cm como arcilla.

En promedio, en el bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura arbórea del bosque montano La Palma, distrito de Conchán, la textura del suelo es arcillosa arenosa, arcillosa arenosa y arcillosa, respectivamente, por tanto, la textura del suelo cambia según la cobertura vegetal, tal como, Bargali et al. (2019), argumentan que, el tejido del suelo cambio de franco arenoso a franco arcilloso con ayuda de la altitud y el cambio en el uso del suelo (suelo con cobertura arbórea y suelo sin cobertura arbórea), respectivamente, así mismo, Erazo (2019) ha determinado que, el tipo de cobertura boscosa incide en la textura del suelo, tal como, en el presente estudio.

**Figura 46**

*Textura del suelo según cobertura vegetal*



El pH del suelo en el bosque primario disminuye conforme a la profundidad de toma de muestra, es 4,77, 4,83 y 4,83 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente; así mismo, el bosque secundario, el pH del suelo también disminuye conforme al calado de toma de muestra, es 4,97, 4,83 y 4,70 de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente; en cambio, en áreas sin cobertura vegetal el pH del suelo no varía según la profundidad de toma de la muestra, sino es disímil, es decir de 10 a 20 cm se obtiene el mayor pH del suelo con 5,93, mientras que de 20 a 30 cm se obtiene el menor pH del suelo con 5,67, por lo que, de 0 a 10 cm el pH es medio con un valor de 5,70 (Fig. 48). El pH del suelo de 0 a 10 cm, para bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura arbórea (4,77, 4,97 y 5,70) va aumentando según menor sea la cantidad de cobertura vegetal; también a calados de 10 a 20 cm el pH del suelo aumenta según disminuye la cobertura vegetal, para bosque primario, secundario, y áreas sin

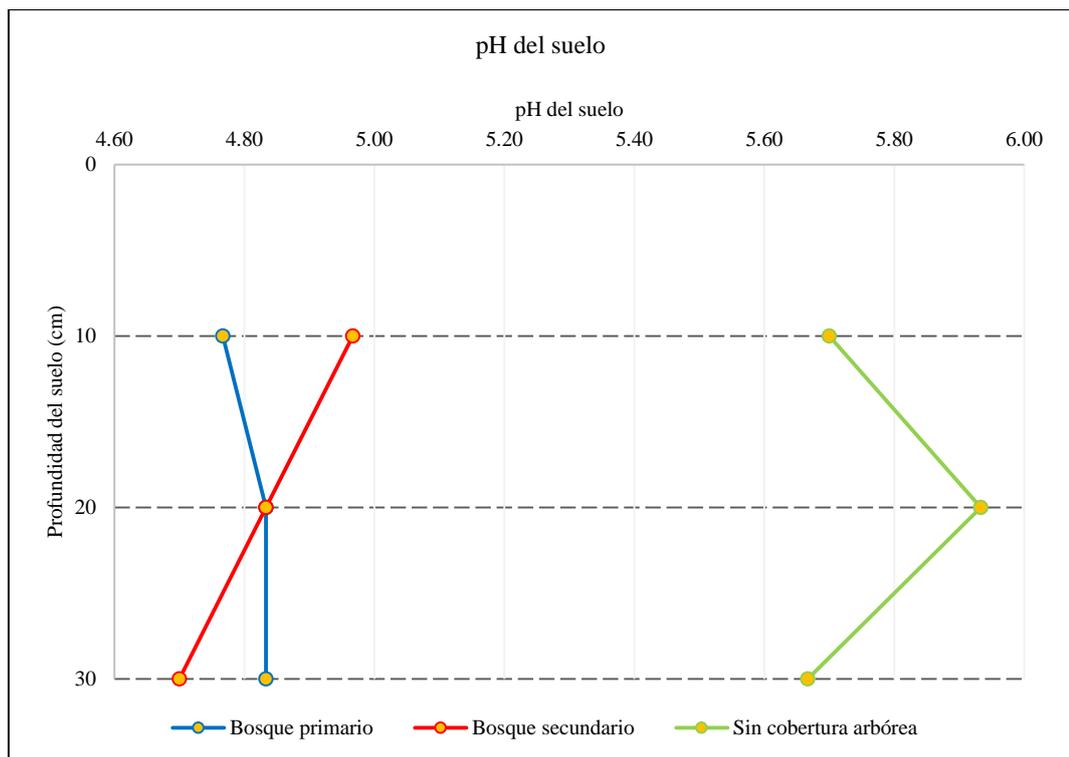
cobertura arbórea (4,83, 4,83 y 5,93), en cambio de 20 a 30 cm se tiene una excepción debido a que. el bosque secundario tiene menor pH del suelo (4,70) que el pH del suelo en bosque primario (4,83), no obstante, el pH en áreas sin cobertura vegetal sigue siendo mayor (5,77), esto se debe a que, en áreas con mayor cobertura vegetal, las condiciones de fertilización natural pueden acidificar el suelo según Guzmán et al. (2019), mientras que, en áreas sin cobertura arbórea, el suelo se está preparando para recibir a cultivos agrícolas, por lo que, tiende a un pH neutro, así mismo, algunos tipos de árboles requieren suelos ligeramente ácidos para su crecimiento, como los cítricos, los caupís, el marañón, roble, y ciertas hierbas, como hortensias, helechos, entre otros.

En bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura vegetal el pH del suelo promedio es 4,81, 4,83 y 5,77, respectivamente, valores similares, a los obtenidos por Valles (2016) en su estudio del pH del suelo de bosques de Iquitos con promedio de 4,29, pero menores, al obtenido por Altamirano (2022) para sistemas agroforestales con 7,04%. A menor cantidad de cobertura vegetal el pH ácido del suelo se acerca más al estado neutro, tal como, en el análisis de Reinoso (2020), donde el pH del suelo en el pastizal llegaba a 5,64; Romero (2017) ha determinado que, el pH del suelo de bosque primario es 4,8, mientras que, en bosque secundario es 5,3; así mismo, Guzmán et al. (2019) verificó que áreas con mayor cobertura vegetal presentan menor pH que, las áreas sin cobertura vegetal, lo cual lo atribuye a la mayor cantidad de raíces, mayor generación de composta o abonos naturales, que pueden tender a acidificar el suelo aun cuando son fertilizantes naturales, tal como, lo verifica Ortiz et al. (2018) cuyo análisis, demostró menor pH para áreas con plantaciones de eucalipto, mientras que, en áreas sin cobertura arbórea, existe la influencia antropogénica que, buscando

sembrar sobre los mismos, genera un pH neutral o más alcalino; no obstante, difiere de lo determinado por Yanca (2018) donde el pH del suelo sin cobertura arbórea era 4,69 y el pH del suelo con cobertura arbórea Canvalia era 4,82, y Pazmiño (2020) quien verificó que suelos no intervenidos (sin cobertura arbórea) tenían pH de 4 a 6, pero al ser intervenidos con plantaciones vegetales, el pH tendía a ser neutro (pH= 6), la diferencia se debe a que, ambos autores, no ha trabajado en áreas con cobertura vegetal existente, sino que ha plantado árboles (reforestación) lo que ha generado un progreso en propiedades del suelo llevando a tener pH neutro.

**Figura 47**

*pH del suelo según cobertura vegetal*



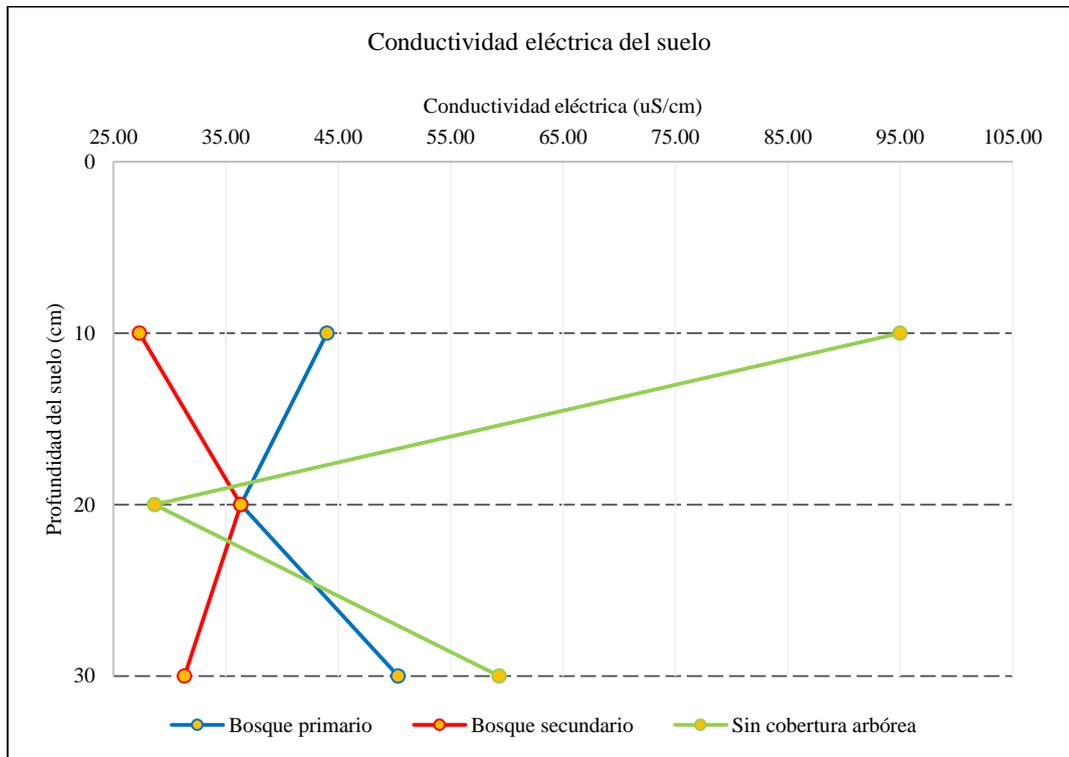
La conductividad eléctrica (CE) del suelo en bosque primario es menor de 10 a 20 cm, con 36,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pero es mayor de 20 a 30 cm de profundidad, con 50,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, de 0 a 10 cm, el CE es 44,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; en bosque

secundario, el CE mayor se da de 10 a 20 cm de profundidad, con 36,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pero menor de 0 a 10 cm, con 27,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo el CE de 20 a 30 cm, 31,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; en áreas sin cobertura arbórea, el mayor CE del suelo se da de 0 a 10 cm, con 95,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y menor de 10 a 20 cm, con 28,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras de 20 a 30 cm de calado, el CE del suelo es 59,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por tanto, para ningún tipo de cobertura vegetal el CE del suelo no varía uniformemente según la profundidad de toma de la muestra (Fig. 49), pero si se observa, a todas las honduras (0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm) menor CE para el suelo con cubierta arbórea (bosque primario y bosque secundario), que para el suelo sin cubierta frondosa.

En bosque primario, bosque secundario y área sin cobertura vegetal la conductividad eléctrica (CE) del suelo promedio es 43,56  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 31,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 61,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente, valores significativamente menores a los encontrados por Reinoso (2020) para pastizales con 629,79  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pero similares, a los determinados por, Romero (2017) donde, el CE del suelo en bosque primario y bosque secundario era respectivamente 60 y 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y Pazmiño (2020) cuyo suelo en áreas con cobertura vegetal alcanzaba 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , siendo suelos no salinos, lo que favorece el desarrollo de la cobertura arbórea, esto valida lo verificado en el presente estudio donde, CE es menor en áreas con cobertura arbórea (bosque primario y bosque secundario), que en áreas sin cobertura arbórea (pastizales), tal como, lo determinado por Quichimbo et al. (2012), cuyo CE del suelo de bosques era 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, en áreas sin cobertura arbórea (pastos) el CE era 289.99  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Figura 48**

*CE del suelo según cobertura vegetal*



El color del suelo cambia según estado de la muestra (húmeda o seca) y según la profundidad de toma del suelo en bosque primario, a diferencia del bosque secundario y áreas sin cobertura arbórea, el color del suelo húmedo cambia según profundidad del suelo, siendo marrón oscuro, marrón grisáceo y marrón amarillento de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, respectivamente, mientras que, en especímenes de suelo seco, sin importar la profundidad del suelo en todos los casos mayormente es marrón pálido, por tanto, el color del suelo no depende del tipo de cubierta botánica.

**Tabla 19***Color del suelo según cobertura vegetal*

Color del suelo		Profundidad del suelo		
Tipo de cobertura vegetal	Estado de la muestra	0 a 10 cm	10 a 20 cm	20 a 30 cm
Bosque primario	Húmeda	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón
	Seca	Marrón pálido	Marrón muy oscuro	Marrón amarillento
Bosque secundario	Húmeda	Marrón oscuro	Marrón grisáceo	Marrón amarillento
	Seca	Marrón pálido	Marrón pálido	Marrón pálido
Área sin cobertura arbórea	Húmeda	Marrón oscuro	Marrón grisáceo	Marrón amarillento
	Seca	Marrón pálido	Marrón grisáceo	Marrón pálido

Finalmente, en el bosque montano La Palma, la materia orgánica del suelo es madura en bosque primario (8,33%), la densidad aparente aumenta en áreas sin cobertura arbórea ( $0,76 \text{ g/cm}^3$ ), la textura del suelo cambia según cobertura vegetal, en bosques primario y secundario es arcilla arenosa, mientras que en áreas sin cobertura arbórea el suelo es arcilloso; el color del suelo húmedo y seco tiene similar color (marrón oscuro y marrón pálido) para el bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura arbórea; el pH del suelo aumenta acercando a tendencia neutra cuando menor es la cobertura vegetal, siendo 4,81, 4,83 y 5,77 para bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura arbórea; la conductividad eléctrica del suelo es mayor en áreas sin cobertura arbórea ( $61 \mu\text{S/cm}$ ), debido a que, áreas con mayor cantidad de árboles y la vegetación ayuda a regular la salinidad del suelo y, por tanto, la conductividad eléctrica es menor en bosque primario ( $43,56 \mu\text{S/cm}$ ) y bosque secundario ( $31,67 \mu\text{S/cm}$ ). Las propiedades fisicoquímicas y contenido de materia orgánica del suelo mostraron diferencias significativas en los tipos de cobertura vegetal, tal como, se ha determinado en estudios de Ortiz et al. (2018), Soleimani et al. (2019), Madrigal et al (2019), Montenegro (2018), Decker y Boerner (2003), Bargali et al. (2019),

por lo que, se concluye que, los suelos con cobertura arbórea (bosque primario o bosque secundario) tienen mejor calidad, que los suelo sin cobertura arbórea (pastizales o tierras de cultivo abierto), lo que se atribuye principalmente en mayor disponibilidad de material orgánica, diversidad de follaje y raíces finas sobre todo en bosque primario del bosque montano La Palma.

**Tabla 20**

*Promedio de las propiedades del suelo según cobertura vegetal del bosque montano La Palma*

<b>Propiedades</b>	<b>Bosque primario</b>	<b>Bosque secundario</b>	<b>Sin cobertura arbórea</b>	<b>Promedio</b>
% MO	8,33	6,16	7,49	7,33
Hojarasca (Tn/ha)	85 396,76	82 013,26	64 714,96	77 374,99
Da (g/cm <sup>3</sup> )	0,68	0,77	0,76	0,74
% Arena	45,51	45,26	44,15	44,97
% Limo	10,93	13,19	5,68	9,93
% Arcilla	43,56	41,56	50,18	45,10
Textura	Arcillosa arenosa	Arcillosa arenosa	Arcillosa	Arcillosa
Color (húmedo)	Marrón oscuro	Marrón amarillento	Marrón oscuro	Marrón oscuro
Color (seco)	Marrón pálido	Marrón pálido	Marrón pálido	Marrón pálido
pH	4,81	4,83	5,77	5,14
CE	43,56	31,67	61,00	45,41

### 4.3. Contrastación de hipótesis

#### 4.3.1. Estadística descriptiva

El pH del suelo (Tabla 21) del bosque montano La Palma tomado en bosque primario, bosque secundario, y áreas sin cobertura vegetal, a profundidades de muestreo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, tiene media de 5,137, desvío estándar de 0,5746, el espacio de seguridad al 95% oscila de 4,910 a 5,364, los datos son asimétricos a la derecha (0,376 asimetría), y están muy dispersos (-0,842 curtosis).

**Tabla 21***Estadística descriptiva, pH del Suelo*

<b>pH</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
Media	5,137	,1106
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	4,910 5,364
Media recortada al 5%	5,121	
Mediana	5,200	
Varianza	,330	
Desv. Desviación	,5746	
Mínimo	4,3	
Máximo	6,4	
Rango	2,1	
Rango Inter cuartil	1,0	
Asimetría	,376	,448
Curtosis	-,842	,872

La conductividad eléctrica del suelo (Tabla 22) del bosque montano La Palma tomado en bosque primario, bosque secundario, y áreas sin cobertura vegetal, a profundidades de muestreo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, tiene media de 45,41  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , desviación estándar de 40,301, el intervalo de confianza al 95% oscila de 29,46 a 61,35  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , los datos son asimétricos a la derecha (3,039 asimetría), y están muy concentrados hacia la media (10,58 curtosis).

**Tabla 22***Estadística Descriptiva, Conductividad Eléctrica del Suelo*

<b>Conductividad eléctrica <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math></b>	<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
Media	45,41	7,756
95% de intervalo de confianza	Límite inferior	29,46
para la media	Límite superior	61,35
Media recortada al 5%		39,21
Mediana		35,00
Varianza	1624,174	
Desv. Desviación	40,301	
Mínimo	16	
Máximo	209	
Rango	193	
Rango Inter cuartil	21	
Asimetría	3,039	,448
Curtosis	10,580	,872

El % de arena, limo y arcilla del suelo (Tabla 23, 24 y 25, respectivamente) del bosque montano La Palma tomado en bosque primario, bosque secundario, y áreas sin cobertura vegetal, a profundidades de muestreo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, tiene media de 44,97%, 9,25%, 45,78%, respectivamente, desviación estándar de 6,04, 7,04, 8,08, respectivamente, el intervalo de confianza al 95% oscila de 42,58 a 47,36%, 6,47 a 12,03%, 5,96 a 8,69%, respectivamente, los datos de % de arena son asimétricos a la derecha (0,138 asimetría) y están muy dispersos, la distribución es platicúrtica (-0,418 curtosis), los dé % de limo son asimétricos a la izquierda (-0,727 asimetría) y están muy concentrados hacia la media, la distribución es leptocúrtica (2,324 curtosis), y los de % de arcilla son asimétricos a la derecha (0,568 asimetría), y están concentrados hacia la media, la distribución es leptocúrtica (0,568 curtosis).

**Tabla 23***Estadística descriptiva, % de arena del suelo*

<b>% arena</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
Media	44,972	1,163
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	42,582
	Límite superior	47,363
Media recortada al 5%	44,946	
Mediana	45,120	
Varianza	36,508	
Desv. Desviación	6,042	
Mínimo	32,420	
Máximo	57,120	
Rango	24,700	
Rango Inter cuartil	8,430	
Asimetría	,138	,448
Curtosis	-,418	,872

**Tabla 24***Estadística descriptiva, % de limo del suelo*

<b>% limo</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
Media	9,249	1,355
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,465
	Límite superior	12,034
Media recortada al 5%	9,585	
Mediana	9,368	
Varianza	49,550	
Desv. Desviación	7,039	
Mínimo	-12,270	
Máximo	22,160	
Rango	34,430	
Rango Inter cuartil	6,430	
Asimetría	-,727	,448
Curtosis	2,324	,872

**Tabla 25***Estadística descriptiva, % de arcilla del suelo*

<b>% arcilla</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
Media	45,780	1,556
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	42,580
	Límite superior	48,980
Media recortada al 5%	45,610	
Mediana	46,000	
Varianza	65,333	
Desv. Desviación	8,083	
Mínimo	30,00	
Máximo	64,000	
Rango	34,000	
Rango Inter cuartil	10,000	
Asimetría	,325	,448
Curtosis	,568	,872

La proporción de materia orgánica del suelo (Tabla 26) del bosque montano La Palma tomado en bosque primario, bosque secundario, y áreas sin cobertura vegetal, a profundidades de muestreo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, tiene media de 7,33%, desvío estándar de 3,45, el intervalo de confianza al 95% oscila de 5,96 a 8,69%, los datos son asimétricos a la derecha (0,996 asimetría), y están muy concentrados hacia la media (1,249 curtosis).

La densidad aparente del suelo (Tabla 27) del bosque montano La Palma tomado en bosque primario, bosque secundario, y áreas sin cobertura vegetal, a profundidades de muestreo de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm, tiene media de 0,736 g/cm<sup>3</sup>, desvío estándar de 0,1127, el intervalo de confianza al 95% oscila de 0,691 a 0,78 g/cm<sup>3</sup>, los datos son asimétricos a la derecha (0,459 asimetría), y están muy concentrados hacia la media (1,176 curtosis).

**Tabla 26***Estadística descriptiva, porcentaje de materia orgánica del suelo*

<b>% MO</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
Media	7,3281	,66428
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,9627
	Límite superior	8,6936
Media recortada al 5%	7,0922	
Mediana	7,5300	
Varianza	11,914	
Desv. Desviación	3,45172	
Mínimo	2,66	
Máximo	17,15	
Rango	14,49	
Rango Inter cuartil	4,58	
Asimetría	,996	,448
Curtosis	1,249	,872

**Tabla 27***Estadística descriptiva, densidad aparente del suelo*

<b>Densidad aparente g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Estadístico</b>	<b>Desv. Error</b>
Media	,736	,0217
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,691
	Límite superior	,780
Media recortada al 5%	,734	
Mediana	,727	
Varianza	,013	
Desv. Desviación	,1127	
Mínimo	,5	
Máximo	1,0	
Rango	,5	
Rango Inter cuartil	,1	
Asimetría	,459	,448
Curtosis	1,176	,872

#### 4.3.2. Prueba de normalidad

Se realizó un ensayo de normalidad de Shapiro Wilk, y si el valor P de la prueba era inferior al nivel de significación, es decir, inferior a 0,05 con un nivel de confianza del 95%, se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que la población no era normal. Según la Tabla 28, los estadísticos de todas las propiedades físico químico y biológico del suelo del bosque montano La Palma son mayores a 0,05 por tanto, los datos son normales.

**Tabla 28**

*Prueba de normalidad*

<b>Pruebas de normalidad</b>			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
pH	,940	27	,118
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	,631	27	,000
% arena	,975	27	,730
% limo	,939	27	,113
% arcilla	,957	27	,312
% MO	,921	27	,041
Da $\text{g}/\text{cm}^3$	,933	27	,080

#### 4.3.3. Análisis ANOVA

Para aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) o la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), se realizó un análisis estadístico de la varianza (ANOVA) con el programa informático SPSS. La  $H_0$  se rechaza si el valor p (probabilidad) es inferior al nivel de significación (0,05) con un nivel de confianza del 95%, pero la  $H_0$  se acepta si el valor p es superior al nivel de significación.

$H_0$ : No hay diferencia significativa en las mediciones de propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo al asociarse con grupos.

H1: Hay diferencias significativas entre los grupos en las mediciones de las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo.

Según la Tabla 29, el pH del suelo y el porcentaje de arcilla tienen diferencia significativa entre grupos, mientras que, las otras propiedades físicas químicas y contenido de materia orgánica no presentan diferencia significativa entre grupos.

**Tabla 29**

*Análisis ANOVA*

		ANOVA				
		Suma de				
		cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	5,596	8	,700	4,216	,005
	Dentro de grupos	2,987	18	,166		
	Total	8,583	26			
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	Entre grupos	10947,852	8	1368,481	,787	,620
	Dentro de grupos	31280,667	18	1737,815		
	Total	42228,519	26			
% arena	Entre grupos	338,384	8	42,298	1,246	,329
	Dentro de grupos	610,820	18	33,934		
	Total	949,204	26			
% limo	Entre grupos	634,960	8	79,370	2,187	,080
	Dentro de grupos	653,348	18	36,297		
	Total	1288,308	26			
% arcilla	Entre grupos	1088,000	8	136,000	4,009	,007
	Dentro de grupos	610,667	18	33,926		
	Total	1698,667	26			
% MO	Entre grupos	67,576	8	8,447	,628	,744
	Dentro de grupos	242,198	18	13,455		
	Total	309,774	26			
Da $\text{g}/\text{cm}^3$	Entre grupos	,125	8	,016	1,377	,271
	Dentro de grupos	,205	18	,011		
	Total	,330	26			

#### 4.3.4. Prueba post hoc – Prueba Tukey

**Tabla 30**

*Prueba Tukey, pH*

<b>pH</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Uso del suelo	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
20-30 cm Bosque secundario	3	4,700	
0-10 cm Bosque primario	3	4,767	
10-20 cm Bosque primario	3	4,833	4,833
20-30 cm Bosque primario	3	4,833	4,833
10-20 cm Bosque secundario	3	4,833	4,833
0-10 cm Bosque secundario	3	4,967	4,967
20-30 cm Sin cobertura arbórea	3	5,667	5,667
0-10 cm Sin cobertura arbórea	3	5,700	5,700
10-20 cm Sin cobertura arbórea	3		5,933
Sig.		,127	,073

Nota: Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**Tabla 31**

*Prueba Tukey, CE*

<b>CE <math>\mu</math>S/cm</b>		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Uso del suelo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
0-10 cm Bosque secundario	3	27,33
10-20 cm Sin cobertura arbórea	3	28,67
20-30 cm Bosque secundario	3	31,33
10-20 cm Bosque primario	3	36,33
10-20 cm Bosque secundario	3	36,33
0-10 cm Bosque primario	3	44,00
20-30 cm Bosque primario	3	50,33
20-30 cm Sin cobertura arbórea	3	59,33
0-10 cm Sin cobertura arbórea	3	95,00
Sig.		,569

**Tabla 32***Prueba Tukey, % arena*

% arena		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Uso del suelo	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
0-10 cm Bosque secundario	3	40,1040
10-20 cm Bosque primario	3	42,7173
20-30 cm Sin cobertura arbórea	3	42,9867
0-10 cm Bosque primario	3	43,4560
0-10 cm Sin cobertura arbórea	3	43,5093
10-20 cm Bosque secundario	3	44,0133
10-20 cm Sin cobertura arbórea	3	45,9440
20-30 cm Bosque primario	3	50,3627
20-30 cm Bosque secundario	3	51,6587
Sig.		,326

**Tabla 33***Prueba Tukey, % limo*

% limo		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Uso del suelo	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
20-30 cm Sin cobertura arbórea	3	-,9867
10-20 cm Sin cobertura arbórea	3	4,7227
0-10 cm Sin cobertura arbórea	3	7,1573
0-10 cm Bosque primario	3	7,8773
20-30 cm Bosque secundario	3	11,0080
20-30 cm Bosque primario	3	12,3040
0-10 cm Bosque secundario	3	12,5627
10-20 cm Bosque primario	3	12,6160
10-20 cm Bosque secundario	3	15,9867
Sig.		,055

**Tabla 34***Prueba Tukey, % arcilla*

<b>% arcilla</b>			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Uso del suelo	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
20-30 cm Bosque primario	3	37,33	
20-30 cm Bosque secundario	3	37,33	
10-20 cm Bosque secundario	3	40,00	
10-20 cm Bosque primario	3	44,67	44,67
0-10 cm Bosque secundario	3	47,33	47,33
0-10 cm Bosque primario	3	48,67	48,67
0-10 cm Sin cobertura arbórea	3	49,33	49,33
10-20 cm Sin cobertura arbórea	3	49,33	49,33
20-30 cm Sin cobertura arbórea	3		58,00
Sig.		,284	,181

**Tabla 35***Prueba Tukey, %MO*

<b>% MO</b>		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Uso del suelo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
10-20 cm Bosque secundario	3	5,1333
20-30 cm Bosque secundario	3	5,5700
20-30 cm Sin cobertura arbórea	3	5,9967
10-20 cm Bosque primario	3	6,3533
10-20 cm Sin cobertura arbórea	3	7,6733
0-10 cm Bosque secundario	3	7,7900
20-30 cm Bosque primario	3	8,4600
0-10 cm Sin cobertura arbórea	3	8,8000
0-10 cm Bosque primario	3	10,1767
Sig.		,748

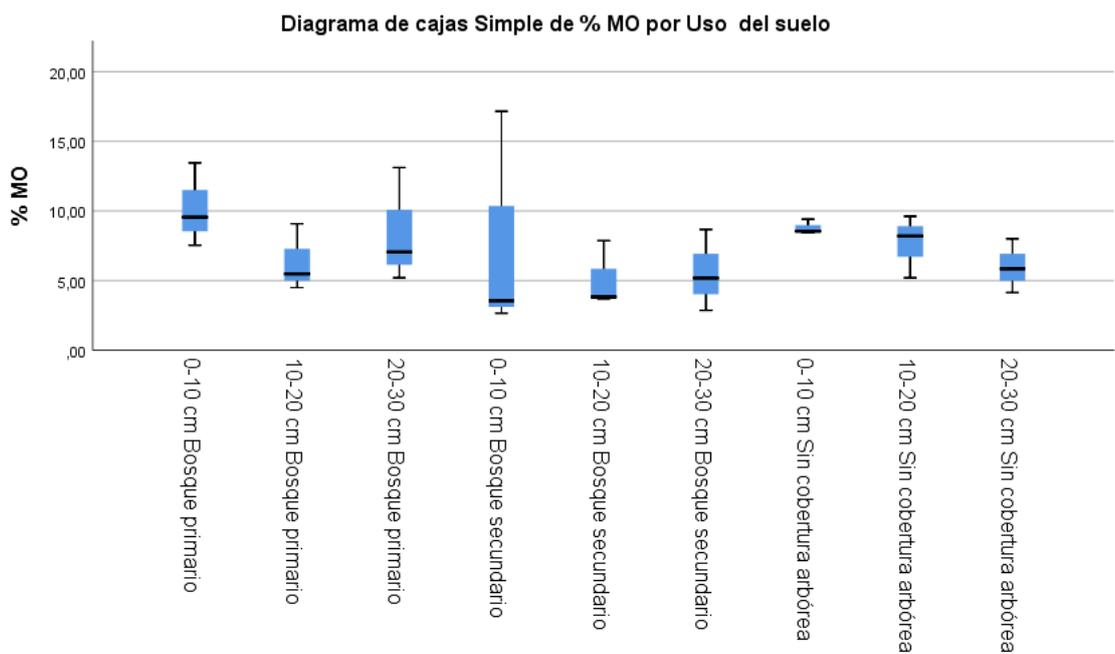
**Tabla 36**

*Prueba Tukey, Da*

<b>Da g/cm<sup>3</sup></b>		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Uso del suelo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
10-20 cm Bosque primario	3	,659
20-30 cm Bosque primario	3	,682
20-30 cm Bosque secundario	3	,684
0-10 cm Bosque primario	3	,692
0-10 cm Sin cobertura arbórea	3	,708
20-30 cm Sin cobertura arbórea	3	,732
10-20 cm Bosque secundario	3	,762
0-10 cm Bosque secundario	3	,851
10-20 cm Sin cobertura arbórea	3	,852
Sig.		,434

**Figura 49**

*Diagrama de cajas de %MO por uso del suelo*



## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El análisis de las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo a 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm de profundidad en parcelas primarias, secundarias y sin árboles del Bosque de Montaña de La Palma mostró que la cubierta vegetal afecta a las propiedades del suelo, por lo que, se ha concluido que:

- La estructura de materia orgánica y hojarasca en bosque primario, bosque secundario y en áreas sin cobertura arbórea en el bosque montano de la Palma, en promedio, es 8,33%, 6,16% y 7,49%, respectivamente. El suelo en la floresta primaria, tiene más contenido de materia orgánica (%MO) que, el suelo en áreas sin cobertura arbórea, debido a que, los residuos vegetales, como hojarasca, ramas y cortezas favorecen el incremento del carbono orgánico, en cambio, el bosque secundario tiene menor contenido de materia orgánica que, las áreas sin cobertura vegetal, debido a que, ha sufrido alteración en su composición, es decir ha sido afectado por actividades antropogénicas, como tala de árboles y pastoreo, en cambio, las áreas sin cobertura arbórea, a pesar de no tener árboles como parte de su vegetación, tienen pastos naturales, que al no haber sido afectados como tierras de cultivo o pastoreo mantienen su %MO, así mismo, los pobladores aplican compostaje en estas áreas para destinarlas posteriormente a cultivos agrícolas .
- Las propiedades físicas de los suelos de bosque primario, bosque secundario, sin cobertura arbórea en bosque montano la Palma, como, densidad aparente promedio es igual a 0,68 g.cm<sup>-3</sup>, 0,77 g.cm<sup>-3</sup>, y 0,76 g.cm<sup>-3</sup>,

correspondientemente, a menor cobertura arbórea mayor densidad aparente, se debe a que, en tiempo de estiaje las hojas depositadas sobre el suelo, reducen los vacíos y el agua dentro del suelo del bosque primario reduciendo su volumen por módulo de volumen, lo que se muestra en una menor densidad aparente. La textura del suelo en bosque primario y bosque secundario es arcillosa arenosa, con proporciones promedio de arena, limo y arcilla de 45,51%, 10,93 y 43,56 en bosque primario, y 45,26%, 13,19% y 41,56% en bosque secundario, respectivamente, mientras que, en áreas sin cobertura arbórea la textura del suelo es arcillosa, con porcentajes promedio de arena, limo y acilla de 44,15%, 5,68% y 50,18%, respectivamente. El color del suelo no es afectado por el tipo de cubierta vegetal (bosque primario, bosque secundario y áreas sin cobertura vegetal), sino que, varía según profundidad de toma de la muestra, y estado seco o húmedo del suelo, en promedio se puede decir que, el suelo seco tiene color marrón oscuro y el suelo húmedo tiene color marrón pálido.

- El pH en superficies de bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea en el bosque montano la Palma, es 4,81, 4,83 y 5,77, respectivamente; el pH de todos los suelos es ácido, pero mientras, menor sea la cobertura arbórea, el pH se acerca al estado neutro, esto se debe a que, en áreas con mayor cobertura arbórea, el suelo se fertiliza naturalmente, y este proceso puede acidificar al suelo, así mismo, hay árboles locales como el roble que se desarrollan en suelos ligeramente ácidos como es el caso. La conductividad eléctrica en superficies de bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea en el bosque montano la Palma, es 43,56  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 31,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , y 61,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente; a mayor cobertura arbórea el suelo tiene menor

conductividad eléctrica, lo que, es favorable, debido a que, indica que el suelo no es salino, lo que favorece el desarrollo de los árboles.

## **5.2. Recomendaciones y/o sugerencias**

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Conchán, desarrollar planes de reforestación en el bosque montano La Palma, en el bosque secundario y en áreas sin cobertura arbórea, a fin de que, el suelo alcance mejores propiedades, tal como, la superficie del bosque primario.

Proponer desarrollar nuevas investigaciones, para verificar la diferencia en las propiedades del suelo según tipo de cobertura arbórea, debido a que, según los antecedentes la especie de árbol también influye en las características del suelo. También pueden desarrollarse investigaciones que midan la incidencia de la pendiente en el contenido de materia orgánica de la superficie.

Se recomienda realizar una caracterización en especies forestales del bosque montano La Palma, y otros bosques montanos en la provincia de Chota, debido a que, dichos datos ayudarían a tener una mejor interpretación de las propiedades del suelo que son afectadas por la cobertura arbórea.

Se espera que, los resultados de esta investigación se tomen en cuenta por parte de los entes gubernamentales y los pobladores del distrito de Conchán, para la gestión de los bosques, los bosques secundarios y las zonas sin vegetación en el bosque montano La Palma, Chota.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adetunji, A. T., Ncube, B., Mulidzi, R., & Lewu, F. B. (2020). Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. *Soil and Tillage Research*, 204, 104717. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104717>
- Ahmadnia, F., Ebadi, A., Hashemi, M., & Ghavidel, A. (2020). Investigating the short time effect of cover crops on physical and biological properties of soil. *Journal of Water and Soil Conservation*, 26(6), 277-290. Doi: 10.22069/JWSC.2019.16172.3145
- Ahmed, I. U., Mengistie, H. K., Godbold, D. L., & Sandén, H. (2019). Soil moisture integrates the influence of land-use and season on soil microbial community composition in the Ethiopian highlands. *Applied Soil Ecology*, 135, 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.11.010>
- Aira, M., & Domínguez, J. (2008). Optimizing vermicomposting of animal wastes: Effects of rate of manure application on carbon loss and microbial stabilization. *Journal of Environmental Management*, 88(4), 1525-1529. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.07.030>
- Altamirano Chávez, A. (2022) *Efectos de la Erythrina edulis Micheli en la fertilidad edáfica de un sistema agroforestal en la provincia de Chota, Cajamarca*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal y Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/237>
- Bargali, K., Manral, V., Padalia, K., Bargali, S. S., & Upadhyay, V. P. (2018). Effect of vegetation type and season on microbial biomass carbon in Central Himalayan forest soils, India. *Catena*, 171, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.07.001>
- Bargali, S. S., Padalia, K., & Bargali, K. (2019). Effects of tree fostering on soil health and microbial biomass under different land use systems in the Central Himalayas. *Land Degradation & Development*, 30(16), 1984-1998. <https://doi.org/10.1002/ldr.3394>
- Bautista, J. I., & Hernández, J. J. A. (2021). Determinación del carbono orgánico por el método químico y por calcinación. *Ingeniería y Región*, 26, 20-28. DOI: 10.25054/22161325.2527

- Bautista Cruz, A., Etchevers Barra, J., del Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2). Recuperado a partir de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/572>
- Brakc A. y Mendiola, C. (2009). *Ecología del Perú. Propiedades físicas de suelo*. Enciclopedia ecología del Perú. <https://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- Brausmann, A., & Bretschger, L. (2018). Economic development on a finite planet with stochastic soil degradation. *European Economic Review*, 108, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2018.06.006>
- Brechelt, A. (2004). Manejo ecológico del suelo. *Fundación Agricultura y Medio Ambiente*. Red de acción de Plaguicidas y sus alternativas para América Latina.
- Burga, E.A. (2019). *Determinación del carbono en el suelo del bosque del caserío La Palma, Chadín – Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3543>
- Calvache, M. (2010). Física de suelos y su relación con los problemas ambientales. In *XII Congreso de La Ciencia Del Suelo, SECS* (pp. 1-15). [https://www.researchgate.net/profile/Angel-Calvache-Ulloa/publication/313640535\\_FISICA\\_DE\\_SUELOS\\_Y\\_SU\\_RELACION\\_CON\\_LOS\\_PROBLEMAS\\_AMBIENTALES/links/58a10b23a6fdccf5e96e8bf0/FISICA-DE-SUELOS-Y-SU-RELACION-CON-LOS-PROBLEMAS-AMBIENTALES.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Angel-Calvache-Ulloa/publication/313640535_FISICA_DE_SUELOS_Y_SU_RELACION_CON_LOS_PROBLEMAS_AMBIENTALES/links/58a10b23a6fdccf5e96e8bf0/FISICA-DE-SUELOS-Y-SU-RELACION-CON-LOS-PROBLEMAS-AMBIENTALES.pdf)
- Carvajal- Hernández, C. I., Krömer, T., López- Acosta, J. C., Gómez- Díaz, J. A., & Kessler, M. (2017). Conservation value of disturbed and secondary forests for ferns and lycophytes along an elevational gradient in Mexico. *Applied Vegetation Science*, 20(4), 662-672. <https://doi.org/10.1111/avsc.12318>
- Céspedes L., C. (2007). Agricultura orgánica. Principios y fundamentos. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 168. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7198>
- Chokkalingam, U., & De Jong, W. (2001). Secondary forest: a working definition and typology. *The International Forestry Review*, 3(1), 19-26. <https://www.jstor.org/stable/42609342>
- Convention on Biological Diversity. (2022). *Definitions. Indicative definitions taken from the Report of the ad hoc technical expert group on forest biological diversity*. CBD. <https://www.cbd.int/forest/definitions.shtml>

- Corlett, R. T. (1994). What is secondary forest?. *Journal of Tropical Ecology*, 10(3), 445-447. <https://doi.org/10.1017/S0266467400008129>
- Cristóbal Míguez, A. E. J., Pacheco Rudz, E. O., & Sarti, G. (2020). Influencia de monocultivos forestales y un pastizal nativo sobre propiedades bioquímicas y físicas en la llanura pampeana. *Revista del Museo de La Plata*, 5(2), 536-543. <https://doi.org/10.24215/25456377e126>
- Cuyckens, G. A. E. & Renison, D. (2018). Ecología y conservación de los bosques montanos de *Polylepis*. Una introducción al número especial. *Ecología Austral*, 28 (1), 157 – 162. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2018000200001](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2018000200001)
- Decker, K. L., & Boerner, R. E. J. (2003). Influencia de la elevación y la vegetación sobre las propiedades del suelo de los bosques chilenos de *Nothofagus*. *Revista chilena de historia natural*, 76(3), 371-381. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2003000300003>
- Domínguez, M. L. P., & Rodríguez, I. I. B. (2013). Aspectos éticos en la investigación cualitativa. *Revista de enfermería neurológica*, 12(3), 118-121. <https://doi.org/10.37976/enfermeria.v12i3.167>
- Domínguez, G. F., Studdert, G. A., Echeverría, H. E., & Lorenz, G. (2004). Efecto de dos sistemas de labranza sobre materia orgánica total y particulada en un molisol de balcarce. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, 23-25.
- Erazo, J.K. (2019). *Influencia de la pendiente y textura del suelo en el stock de carbono en coberturas boscosas, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas*. [Tesis de grado presentada para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Peruana Unión]. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/2140>
- Gallardo, J., González, M & Pérez, C. (2002). *La Materia Orgánica del Suelo*. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/23748/1/TEMASMONOGRAFICOS6.pdf>
- González, A., Maldonado, F & Vallejo, L. (1986). *Memoria Explicativa del Mapa General de Suelos del Ecuador*. Clirsen Fertisa. <https://www.worldcat.org/es/title/memoria-explicativa-del-mapa-general-de-suelos-del-ecuador/oclc/43566146>
- Guzmán, G., Cabezas, J. M., Sánchez-Cuesta, R., Lora, Á., Bauer, T., Strauss, P., ... & Gómez, J. A. (2019). A field evaluation of the impact of temporary cover crops

- on soil properties and vegetation communities in southern Spain vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 272, 135-145.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.11.010>
- Hartshorn, G. S., & Hammel, B. E. (1994). Vegetation types and floristic patterns. *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*, 73-89.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FLqa\\_WpbRO0C&oi=fnd&pg=PA73&dq=Hartshorn,+G.+S.,+%26+Hammel,+B.+E.+\(1994\).+Vegetation+types+and+floristic+patterns&ots=ptwU6DtqaM&sig=tw-s2mGMe\\_MVwJrL9xtzhJ6qVm0](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FLqa_WpbRO0C&oi=fnd&pg=PA73&dq=Hartshorn,+G.+S.,+%26+Hammel,+B.+E.+(1994).+Vegetation+types+and+floristic+patterns&ots=ptwU6DtqaM&sig=tw-s2mGMe_MVwJrL9xtzhJ6qVm0)
- Henríquez, C. (1999). *Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola*. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.  
<https://isbn.cloud/9789968978057/guia-practica-para-el-estudio-introductorio-de-los-suelos-con-un-enfoque-agricola/>
- Huamán-Carrión, M. L., Espinoza-Montes, F., Barrial-Lujan, A. I., & Ponce-Atencio, Y. (2021). Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 83-90. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.010>
- Ibarra Castillo, D., Ruiz Corral, J. A., González Eguiarte, D. R., Flores Garnica, J. G., & Díaz Padilla, G. (2009). Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 267-276.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172009000300003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300003)
- Instituto Nacional de la Calidad, INACAL. (2015, 26 de noviembre). *NTP 339.176. Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación de valor pH en suelos y agua subterránea*. INACAL.
- Islam, K. R., & Weil, R. R. (2000). Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 79(1), 9-16.  
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00145-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00145-0)
- Kent, M. (2011). *Vegetation description and data analysis: a practical approach*. John Wiley & Sons.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xHnXf0wHdgQC&oi=fnd&pg=PT9&dq=Kent,+M.+\(2011\).+Vegetation+description+and+data+analysis:+a+practical+approach&ots=HV7B\\_eZx0X&sig=yqBLITHtym-tGzEYuzEzVQ2LRUk#v=onepage&q=Kent%2C%20M.%20\(2011\).%20Vegeta](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xHnXf0wHdgQC&oi=fnd&pg=PT9&dq=Kent,+M.+(2011).+Vegetation+description+and+data+analysis:+a+practical+approach&ots=HV7B_eZx0X&sig=yqBLITHtym-tGzEYuzEzVQ2LRUk#v=onepage&q=Kent%2C%20M.%20(2011).%20Vegeta)

[tion%20description%20and%20data%20analysis%3A%20a%20practical%20approach&f=false](#)

- Kim, N., Zabaloy, M. C., Guan, K., & Villamil, M. B. (2020). Do cover crops benefit soil microbiome? A meta-analysis of current research. *Soil Biology and Biochemistry*, *142*, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107701>
- Kögel-Knabner, I., & Rumpel, C. (2018). Advances in molecular approaches for understanding soil organic matter composition, origin, and turnover: a historical overview. *Advances in agronomy*, *149*, 1-48. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.01.003>
- Kvist, L. P., Aguirre, Z., & Sánchez, O. (2006). Bosques montanos bajos occidentales en Ecuador y sus plantas útiles. *La Paz: Botánica Económica de los Andes Centrales Universidad Mayor de San Andrés*, 205-23.
- Jaramillo, D.F. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. <http://bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Julca, A., Meneses, L. Blas, R., & Bello, S. (2006). *La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura*. Universidad Nacional Agraria La Molina. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292006000100009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292006000100009)
- Lichtenberg, E. (2002). Agriculture and the environment. *Handbook of agricultural economics*, *2*, 1249-1313. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(02\)10005-3](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(02)10005-3)
- Loayza, V. y Yáñez, D. (2009). *Proyecto: Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio y Valoración de Tierras Rurales de la Cuenca del Río Guayas escala 1:25 000*. Guayas, Ecuador.
- Lores, M., Gómez-Brandón, M., Pérez-Díaz, D., & Domínguez, J. (2006). Using FAME profiles for the characterization of animal wastes and vermicomposts. *Soil Biology and Biochemistry*, *38*(9), 2993-2996. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.05.001>
- Madrigal, S., Cristóbal, D., Hernández, E. & Romo, J. L. (2019). Influencia de la cobertura, pendiente y profundidad, sobre el carbono y nitrógeno del suelo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, *10* (51), 202 – 223. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.113>
- Malkawi, A. I. H., Alawneh, A. S., & Abu-Safaqah, O. T. (1999). Effects of organic matter on the physical and the physicochemical properties of an illitic

- soil. *Applied Clay Science*, 14(5-6), 257-278. [https://doi.org/10.1016/S0169-1317\(99\)00003-4](https://doi.org/10.1016/S0169-1317(99)00003-4)
- Maturana, M. & Acevedo, E. (2003). *Cambios en la Fertilidad del Suelo Asociados a Cero Labranza*. Santiago. [Tesis de grado, Universidad de Chile].
- Matus, F. J., & Maire, C. R. (2000). Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. *Agricultura Técnica*, 60(2), 112-126. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072000000200003>
- Medina, A. (2013). *Identificación y caracterización de las especies forestales del bosque montano las Palmas – Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/417>
- Ministerio del Ambiente, MINAM. (2015). *Mapa de cobertura del Perú. Memoria descriptiva*. MINAM. <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). *Guía para el Muestreo de Suelos. En el marco del decreto supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo*. Dirección General de Calidad Ambiental – MINAM. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>
- Montenegro, Z.E. (2018). *Efecto de la cobertura vegetal sobre parámetros del suelo de parcelas de granos básicos, en tres comunidades de Estelí y Yalagüina, 2017*. [Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Agropecuario, Universidad Católica del Trópico Seco]. <http://repositorio.ucatse.edu.ni/3/>
- Mousalli-Kayat, G. (2015). Métodos y diseños de investigación cuantitativa. *Revista researchgate*. [https://www.researchgate.net/profile/Gloria-Mousalli/publication/303895876\\_Metodos\\_y\\_Disenos\\_de\\_Investigacion\\_Cuantitativa/links/575b200a08ae414b8e4677f3/Metodos-y-Disenos-de-Investigacion-Cuantitativa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gloria-Mousalli/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa/links/575b200a08ae414b8e4677f3/Metodos-y-Disenos-de-Investigacion-Cuantitativa.pdf)
- NCH Europe. (2019, 10 de agosto). *Escala de pH*. NCH Europe. <https://www.ncheurope.com/es/resolution/mantenimiento/ph-scale>
- Nkonya, E., Gerber, N., Baumgartner, P., von Braun, J., De Pinto, A., Graw, V., ... & Walter, T. (2011). The economics of desertification, land degradation, and drought toward an integrated global assessment. *ZEF- Discussion Papers on*

[https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1890668](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1890668)

- North, M., Collins, B. M., Safford, H., & Stephenson, N. L. (2016). Montane forests. In: Mooney, Harold; Zavaleta, Erika, eds. *Ecosystems of California: Berkeley, CA: University of California Press: 553-577. Chapter 27, 553-577.* <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/54829>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2019). *Propiedades del suelo*. Portal de Suelos de la FAO. [online] [http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del\\_suelo/propiedades-fisicas/es/](http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del_suelo/propiedades-fisicas/es/)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2016). *Bosques y Cambio Climático documento de trabajo 14*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i5184s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2010). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010 - Informe Nacional: Guinea Ecuatorial*. FAO. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/0b5cb63a-5643-50bb-b386-432f819f2fc9/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos, 4ª ed.* FAO. <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2006). *Ecología y enseñanza rural*. División de Información FAO. p. 30 <http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s05.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2005). *Anexo 3: Glosario*. FAO. [online]. <https://www.fao.org/3/j9256s/J9256S10.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2005). *Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005, Términos y definiciones (Versión definitiva)*. FAO. <https://www.fao.org/3/ae156s/ae156s.pdf>
- Ortiz Torres, C., Gómez Díaz, J. D., Domínguez Álvarez, F. A., & Villanueva Morales, A. (2018). Influencia de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh y *Opuntia ficus-indica* L. Mill en las propiedades físicas y químicas del suelo. *Terra Latinoamericana*, 36(3), 275-285. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i3.199>

- Ottos, E. (2015). *Relación entre el contenido de materia orgánica y nitrógeno total de los suelos de la provincia de Leoncio Prado*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria De La Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/173>
- Padilla, W. (2007). *Fertilización de Suelos y Nutrición Vegetal*. Clínica Agrícola. AGROBIOLAB.
- Pazmiño, G.M. (2020). *Influencia de la intervención en los suelos del páramo de Navag-Chimborazo en el contenido de materia orgánica*. [Tesis para optar el grado de Ingeniero en Biotecnología Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14067>
- Pilicita, M.C. (2012). *Evaluación del comportamiento de la variedad de rosa freestyle (rasa spp.) almacenada en seco. Cayambe-Ecuador 2011*. [Tesis previa para la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3709/6/UPS-YT00132.pdf>
- Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad aten primaria*, 9(1), 76-78. [http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA\\_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_2/4/2.Pita\\_Fernandez\\_y\\_Pertegas\\_Diaz.pdf](http://www.ecominga.uqam.ca/ECOMINGA_2011/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_2/4/2.Pita_Fernandez_y_Pertegas_Diaz.pdf)
- Porta, C., Reguerín, C. & De Laburu, R. (2003). *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/251>
- Powlson, D. S., & Olk, D. C. (2000). Long-term soil organic matter dynamics. *Carbon and nitrogen dynamics in flooded soils*, 49-63. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=c1PcdByCS3cC&oi=fnd&pg=PA49&dq=Powlson,+D.+S.,+%26+Olk,+D.+C.+\(2000\).+Long-term+soil+organic+matter+dynamics&ots=b38Lb7bgfu&sig=m5D3wb9UamwJVrV9BWSWZfACc9c](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=c1PcdByCS3cC&oi=fnd&pg=PA49&dq=Powlson,+D.+S.,+%26+Olk,+D.+C.+(2000).+Long-term+soil+organic+matter+dynamics&ots=b38Lb7bgfu&sig=m5D3wb9UamwJVrV9BWSWZfACc9c)
- Prommer, J., Walker, T. W., Wanek, W., Braun, J., Zezula, D., Hu, Y., ... & Richter, A. (2020). Increased microbial growth, biomass, and turnover drive soil organic carbon accumulation at higher plant diversity. *Global Change Biology*, 26(2), 669-681. <https://doi.org/10.1111/gcb.14777>
- Quichimbo, P., Tenorio, G., Borja, P., Cárdenas, I., Crespo, P., & Célleri, R. (2012). Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. *Suelos Ecuatoriales*, 42(2), 138-153. ISSN 0562-5351.

- Ramesh, T., Bolan, N. S., Kirkham, M. B., Wijesekara, H., Kanchikerimath, M., Rao, C. S., ... & Freeman II, O. W. (2019). Soil organic carbon dynamics: Impact of land use changes and management practices: A review. *Advances in agronomy*, 156, 1-107. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.02.001>
- Reinoso, D.P. (2020). *Influencia de la cobertura vegetal y relieve sobre el almacenamiento de carbono en el suelo del ecosistema páramo*. [Tesis para optar el grado académico de Magister en Agronomía mención Cambio Climático, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31454>
- Rincón-Romero, M. Jarvis, A. & Mulligan, M. (2012). *Cobertura vegetal en Colombia*. Renata.
- Rodríguez Cruz, F. (2007). Generalidades acerca de las técnicas de investigación cuantitativa. *Paradigmas: Una Revista Disciplinar de Investigación*, 2(1), 9-39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4942053>
- Román, P. Martínez, M.M., y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Romero, A. O. (2017). *Relaciones de la diversidad arbórea y el suelo en la gradiente altitudinal del valle de Chanchamayo*. [Tesis de grado, Universidad Agraria la Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3287>
- Romero-Barrios, C., García-Gallegos, E., & Hernández-Acosta, E. (2015). Materia orgánica y densidad aparente en suelos del suroeste de La Malinche, Tlaxcala, México. *REIBCI*, 2(5), 63-70. <http://www.reibci.org/publicados/2015/septiembre/1200108.pdf>
- Rucks L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., Hill, M. (2004). *Propiedades físicas del suelo*. Universidad de la Republica de Uruguay. <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Rudel, T. K., Meyfroidt, P., Chazdon, R., Bongers, F., Sloan, S., Grau, H. R., ... & Schneider, L. (2020). Whither the forest transition? Climate change, policy responses, and redistributed forests in the twenty-first century. *Ambio*, 49(1), 74-84. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-018-01143-0>
- Rumpel, C., & Kögel-Knabner, I. (2011). Deep soil organic matter—a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. *Plant and soil*, 338(1), 143-158. <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0391-5>

- Schulze, D. G., Nagel, J. L., Van Scoyoc, G. E., Henderson, T. L., Baumgardner, M. F., & Stott, D. E. (1993). Significance of organic matter in determining soil colors. *Soil color*, 31, 71-90. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub31.c5>
- Soil Science Society Of America (2008). *Glossary of Soil Science Terms*. Madison: Soil Science Society of America. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TQCYxEXfgMUC&oi=fnd&pg=PA13&dq=Soil+Science+Society+Of+America+\(2008\).+Glossary+of+Soil+Science+Terms&ots=QaovJCvDk2&sig=WFV9URRTREw9NO4fZ0AnQiLyZJo#v=onepage&q=Soil%20Science%20Society%20Of%20America%20\(2008\).%20Glossary%20of%20Soil%20Science%20Terms&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TQCYxEXfgMUC&oi=fnd&pg=PA13&dq=Soil+Science+Society+Of+America+(2008).+Glossary+of+Soil+Science+Terms&ots=QaovJCvDk2&sig=WFV9URRTREw9NO4fZ0AnQiLyZJo#v=onepage&q=Soil%20Science%20Society%20Of%20America%20(2008).%20Glossary%20of%20Soil%20Science%20Terms&f=false)
- Soleimani, A., Hosseini, S. M., Bavani, A. R. M., Jafari, M., & Francaviglia, R. (2019). Influence of land use and land cover change on soil organic carbon and microbial activity in the forests of northern Iran. *Catena*, 177, 227-237. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.02.018>
- Turner, B. L., Lambin, E. F., & Verburg, P. H. (2021). From land-use/land-cover to land system science. *Ambio*, 50(7), 1291-1294. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01510-4>
- Valles, L.A. (2016). *Relación entre las características de la vegetación y el suelo en el área de influencia de la carretera Iquitos –Nauta, Loreto – Perú*. [Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4228>
- Wang, B., Waters, C., Orgill, S., Cowie, A., Clark, A., Li Liu, D., ... & Sides, T. (2018). Estimating soil organic carbon stocks using different modelling techniques in the semi-arid rangelands of eastern Australia. *Ecological indicators*, 88, 425-438. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.049>
- Weberbauer, A. (1945). *El mundo vegetal de los Andes Peruanos*. Estación Experimental Agrícola de La Molina, Ministerio de Agricultura. [online] <https://www.worldcat.org/title/mundo-vegetal-de-los-andes-peruanos-estudio-fitogeografico-con-43-laminas-63-figuras-y-un-mapa/oclc/3134738>
- Yanac, M. (2018). *Efecto comparativo de tres tipos de cobertura vegetal en el mejoramiento de suelos degradados en el distrito de Monzón 2017*. [Tesis de grado para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/3973>

Zhou, Y., Hartemink, A. E., Shi, Z., Liang, Z., & Lu, Y. (2019). Land use and climate change effects on soil organic carbon in North and Northeast China. *Science of the Total Environment*, 647, 1230-1238.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.016>

## CAPÍTULO VII.

### ANEXOS

#### *Anexo 1. Matriz de consistencia*

**Tesis:** influencia de la cobertura vegetal en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo del bosque montano La Palma, Chota, 2022.

**Autor:** Nilser, Burga Díaz

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Metodología	
¿Cómo influye la presencia de cobertura vegetal en las propiedades físico-químicas y contenido de materia orgánica del suelo en el bosque montano la Palma, Chota?	<b>Objetivo general</b> Determinar la influencia de la cobertura vegetal en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo en el bosque montano la Palma, Chota, 2022.	Ho: La cobertura vegetal influye en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica en los suelos del bosque montano la Palma, Chota.	VI Cobertura vegetal	Tipo de cobertura vegetal	Bosque primario Bosque secundario Sin cobertura vegetal	% % %	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Diseño:</b> No experimental, descriptivo causal simple	
	<b>Objetivos específicos</b> Determinar el contenido de materia orgánica y hojarasca en bosque primario, bosque secundario y en áreas sin cobertura arbórea en el bosque montano de la Palma, Chota.	H1: La cobertura vegetal no influye en las propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica en los suelos del bosque montano la Palma, Chota.	VD Propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo	Propiedades físicas, químicas y contenido de materia orgánica del suelo	Propiedades contenido de materia orgánica	Porcentaje de materia orgánica Cantidad de hojarasca Textura	% % %	<b>Población:</b> Suelo del Bosque montano La Palma en bosque primario, bosque secundario, áreas sin cobertura arbórea. <b>Muestra:</b> El suelo de Nueve parcelas, muestreado en calicatas de 40 x 40 cm a 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm.
	Determinar las propiedades físicas de los suelos de bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea en el bosque montano la Palma, Chota.				Propiedades físicas	Color del suelo Densidad aparente pH	Tabla munsell g/cm <sup>3</sup> ...	
	Determinar el pH y la conductividad eléctrica en suelos de bosque primario, bosque secundario y sin cobertura arbórea en el bosque montano la Palma, Chota.				Parámetros químicos	Conductividad eléctrica	uSm <sup>-1</sup>	

## *Anexo 2. Panel fotográfico*

### **A. Panel fotográfico de los procedimientos de campo**

Fotografía 1. Ubicación de muestra de suelo La Palma Chota



Fotografía 2. Toma de puntos de georreferenciación



Fotografía 3. Levantamiento de datos en la parcela



Fotografía 4. Apertura de calicata de 40 x 40 x 30 cm



Fotografía 5. Medición de la calicata



Fotografía 6. Recolección de muestras materia orgánica



Fotografía 7. Recolección de muestras para ensayo de densidad aparente



Fotografía 8. Recolección de muestras para ensayo de muestra para hojarasca

8.1. Recolección de muestra para hojarasca



8.2. Rotulado de muestras



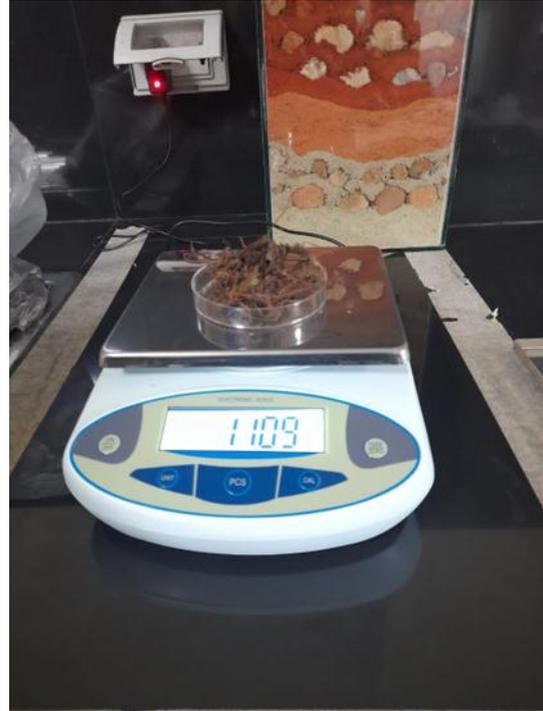
## B. Panel fotográfico de los procedimientos de laboratorio

Fotografía 9. Procedimiento de laboratorio para ensayo de hojarasca

9.1. Disposición de muestras en el laboratorio



9.2. Pesado de muestras para el análisis de hojarasca



9.3. Puesta de muestras a estufa por 24 horas



9.4. Peso final de hojarasca



Fotografía 10. Procedimiento de laboratorio para ensayo de densidad aparente

10.1. Vista de la muestra



10.2. Peso inicial de la muestra



10.3. Puesta a la estufa por 24 hora a



10.4. Peso final



Fotografía 11. Procedimiento para ensayo de pH y conductividad eléctrica del suelo

11.1. Seco al aire tamizado 2mm

11.2. Peso de 50g de suelo



11.3. En un vaso de precipitación disolvemos y mezclamos de 3-5 minutos y dejamos reposar 30 minutos



11.4. Muestra disuelta



11.5. Medición con multiparámetro pH – CE

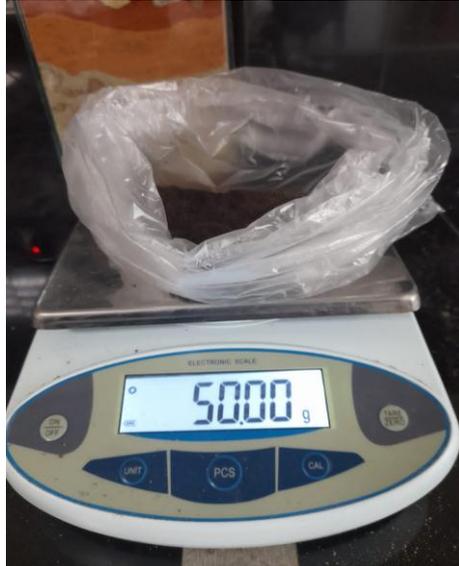


11.6. Tesista registrando las medidas

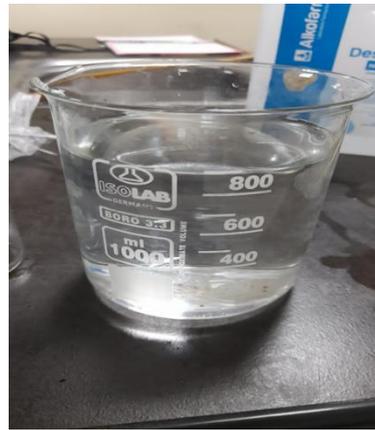


Fotografía 12. Procedimiento de laboratorio para determinar la textura del suelo seco al aire libre tamizado

12.1. Se coloca 50g de suelo



12.2. Preparación de solución 600 ml de agua destila y se agrega 40g de exametafosfato de sodio más el suelo



12.3. Se coloca en una probeta graduada 1000 ml de agua destila y se vierte la solución



12.4. Después de 40 segundos se toman datos de T° y densidad



12.5. Después de 2 horas se toma datos de T° y densidad



12.6. Finalmente, la medición del porcentaje de arena- limo-arcilla



### ***Anexo 3. Resultados de laboratorio***

## INFORME DE ENSAYO

### SU0099 a SU0104-EEBI-22

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : NILSER BURGA DIAZ  
 Propietario / Productor : NILSER BURGA DIAZ  
 Dirección del cliente : CHOTA  
 Solicitado por : Cliente  
 Muestreado por :  
 Número de muestra(s) : 6  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : LA PALMA- CONCHAN - CHOTA- CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo :  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 20/01/2022  
 Lugar de ensayo : LABSAF Baños del Inca  
 Fecha(s) de análisis :  
 Cotización del servicio : 0012-EEABI-2022  
 Fecha de emisión : 20/01/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU0099-EEBI-22	SU0100-EEBI-22	SU0101-EEBI-22	SU0102-EEBI-22	SU0103-EEBI-22	SU0104-EEBI-22		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo								
Hora de inicio de Muestreo (h)								
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/identificación de la Muestra por el Cliente	Bosque Primario P1A (5-10cm)	Bosque Primario P1B (15-20cm)	Bosque Primario P1C (25-30cm)	Bosque Primario P2A (5-10cm)	Bosque Primario P2B (10-20cm)	Bosque Primario P2C (20-30cm)		
LONGITUD	P1-0281190 P2-0281076 P3-0281241	P1-0281190 P2-0281076 P3-0281241	P1-0281199 P2-0281076 P3-0281261	P1-0281190 P2-0281076 P3-0281261	P1-0281190 P2-0281076 P3-0281261	P1-0281190 P2-0281076 P3-0281261		
LATITUD	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849		
ALTITUD	P1-2871 P2-2895 P3-2857	P1-2871 P2-2895 P3-2857	P1-2871 P2-2895 P3-2857	P1-2871 P2-2895 P3-2857	P1-2871 P2-2895 P3-2857	P1-2871 P2-2895 P3-2857		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
Materia Orgánica	%	''	13.45	4.50	7.06	9.55	5.48	5.21

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 8045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.9 AS-09-2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07-2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07-2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Ítem 7.1.7 AS-07-2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras. Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
 Estación Experimental Agraria Baños del Inca

Inga Rosa Chalpe Cabrera  
 Responsable del Laboratorio de Suelos

## INFORME DE ENSAYO

### SU0105 a SU0107-EEBI-22

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : NILSER BURGA DIAZ  
 Propietario / Productor : NILSER BURGA DIAZ  
 Dirección del cliente : CHOTA  
 Solicitado por : Cliente  
 Muestreado por :  
 Número de muestra(s) : 3  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(a) : Bolsas de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : LA PALMA- CONCHAN - CHOTA- CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo :  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 20/01/2022  
 Lugar de ensayo : LABSAF Baños del Inca  
 Fecha(s) de análisis :  
 Colización del servicio : 0012-EEABI-2022  
 Fecha de emisión : 20/01/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3		
Código de Laboratorio	SU0105-EEBI-22	SU0106-EEBI-22	SU0107-EEBI-22		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo					
Hora de Inicio de Muestreo (h)					
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Bosque Primario P3A (0-15cm)	Bosque Primario P3B (16-20cm)	Bosque Primario P3C (21-30cm)		
LONGITUD	P1-0201190 P2-0201076 P3-0201261	P1-0201190 P2-0201076 P3-0201261	P1-0201190 P2-0201076 P3-0201261		
LATITUD	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849	P1-0762943 P2-0762887 P3-0762849		
ALTITUD	P1-2871 P2-2895 P3-2857	P1-2871 P2-2895 P3-2857	P1-2871 P2-2895 P3-2857		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados		
Materia Orgánica	%	--	7.53	9.08	13.11

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 8045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 1.1.9 AS-09.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 1.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 1.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 1.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estubo en las que ingreso la Muestras. Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido solo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados
- Medición de pH realizada a 25 °C

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA  
 Estación Experimental Agraria Baños del Inca

**Ing\* Juan Chaupe Cabrera**  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SUELOS  
 Responsable del Laboratorio de Suelos

LABSAF ECADI  
 Dirección: Av. Wacacocha 838 Baños del Inca-Cajamarca  
 Telf: 076-340388  
 Email: binca@inia.gob.pe

## INFORME DE ENSAYO

### SU0108 a SU0113-EEBI-22

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : NILSER BURGA DIAZ  
 Propietario / Productor : NILSER BURGA DIAZ  
 Dirección del cliente : CHOTA  
 Solicitado por : Cliente  
 Muestreado por :  
 Número de muestra(s) : 6  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestra(s) : Bolsas de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : LA PALMA- CONCHAN - CHOTA- CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo :  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 20/01/2022  
 Lugar de ensayo : LABSAF Baños del Inca  
 Fecha(s) de análisis :  
 Cotización del servicio : 6012-EEABI-2022  
 Fecha de emisión : 20/01/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU0108-EEBI-22	SU0109-EEBI-22	SU0110-EEBI-22	SU0111-EEBI-22	SU0112-EEBI-22	SU0113-EEBI-22		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo								
Hora de Inicio de Muestreo (h)								
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Bosque Secundario P4A (0-10cm)	Bosque Secundario P4B (10-20cm)	Bosque Secundario P4C (20-30cm)	Bosque Secundario P5A (0-10cm)	Bosque Secundario P5B (10-20cm)	Bosque Secundario P5C (20-30cm)		
LONGITUD	P1-0201340 P2-0201350 P3-0201430	P1-0201340 P2-0201350 P3-0201430	P1-0201340 P2-0201350 P3-0201430	P1-0201340 P2-0201350 P3-0201430	P1-0201340 P2-0201350 P3-0201430	P1-0201340 P2-0201350 P3-0201430		
LATITUD	P1-0762000 P2-0762700 P3-0762800	P1-0762000 P2-0762700 P3-0762800	P1-0762000 P2-0762700 P3-0762800	P1-0762000 P2-0762700 P3-0762800	P1-0762000 P2-0762700 P3-0762800	P1-0762000 P2-0762700 P3-0762800		
ALTITUD	P1-2850 P2-2820 P3-2840	P1-2850 P2-2820 P3-2840	P1-2850 P2-2820 P3-2840	P1-2850 P2-2820 P3-2840	P1-2850 P2-2820 P3-2840	P1-2850 P2-2820 P3-2840		
Ensayo	Unidad	LC	<b>Resultados</b>					
Materia Orgánica	%	-	2.66	3.70	6.67	17.15	7.67	5.18

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and water pH.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.9 AS-05/2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07/2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07/2000. Contenido de Fósforo por el método de Walkley y Black.
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07/2000. Contenido de Potasio por el método de Walkley y Black.

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras. Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados
- Medición de pH realizada a 25 °C

Instituto Experimental Agrario Baños del Inca  
  
 MSc. Juan Charpe Cabrera  
 Responsable del Laboratorio de Suelos

## INFORME DE ENSAYO

### SU0114 a SU0116-EEBI-22

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

**Cliente:** NILSER BURGA DIAZ  
**Propietario / Productor:** NILSER BURGA DIAZ  
**Dirección del cliente:** CHOTA  
**Solicitado por:** Cliente  
**Muestreado por:** :  
**Número de muestra(s):** : 3  
**Producto declarado:** : Suelo Agrícola  
**Presentación de las muestra(s):** : Bolsas de plástico  
**Referencia del muestreo:** : Reservado por el Cliente  
**Procedencia de muestra(s):** : LA PALMA- CONCHAN - CHOTA- CAJAMARCA  
**Fecha(s) de muestreo:** :  
**Fecha de recepción de muestra(s):** : 20/01/2022  
**Lugar de ensayo:** : LABSAF Baños del Inca  
**Fecha(s) de análisis:** :  
**Cotización del servicio:** : 0012-EEABI-2022  
**Fecha de emisión:** : 20/01/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3		
<b>Código de Laboratorio</b>	SU0114-EEBI-22	SU0115-EEBI-22	SU0116-EEBI-22		
<b>Matriz Analizada</b>	Suelo	Suelo	Suelo		
<b>Fecha de Muestreo</b>					
<b>Hora de Inicio de Muestreo (h)</b>					
<b>Condición de la muestra</b>	Conservada	Conservada	Conservada		
<b>Código/Identificación de la Muestra por el Cliente</b>	Bosque Secundario PSA (0-13cm)	Bosque Secundario P8B (18-20cm)	Bosque Secundario P8C (23-30cm)		
<b>LONGITUD</b>	P1-0281346 P2-0281356 P3-0281416	P1-0291348 P2-0291358 P3-0291438	P1-0281348 P2-0281358 P3-0281430		
<b>LATITUD</b>	P1-0762898 P2-0762758 P3-0762898	P1-0762888 P2-0762758 P3-0762698	P1-0762900 P2-0762760 P3-0762890		
<b>ALTITUD</b>	P1-2856 P2-2828 P3-2846	P1-2856 P2-2828 P3-2846	P1-2856 P2-2828 P3-2846		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>		
<b>Materia Orgánica</b>	%	--	3.86	3.83	2.86

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and water pH
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.3 AS-06.2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítem sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados
- Medición de pH realizada a 25 °C

**Juan Choque Cabrera**  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SUELOS  
 Responsable del Laboratorio de Suelos

## INFORME DE ENSAYO

### SU0117 a SU0122-EEBI-22

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : NILSER BURGA DIAZ  
 Propietario / Productor : NILSER BURGA DIAZ  
 Dirección del cliente : CHOTA  
 Solicitado por : Cliente  
 Muestreado por :  
 Número de muestra(s) : 6  
 Producto declarado : Suelo Agrícola  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico  
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente  
 Procedencia de muestra(s) : LA PALMA- CONCHAN - CHOTA- CAJAMARCA  
 Fecha(s) de muestreo :  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 20/01/2022  
 Lugar de ensayo : LABSAF Baños del Inca  
 Fecha(s) de análisis :  
 Cotización del servicio : 0012-EEABI-2022  
 Fecha de emisión : 20/01/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	SU0117-EEBI-22	SU0118-EEBI-22	SU0119-EEBI-22	SU0120-EEBI-22	SU0121-EEBI-22	SU0122-EEBI-22		
Matriz Analizada	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo	Suelo		
Fecha de Muestreo								
Hora de Inicio de Muestreo (h)								
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Sin cobertura Arbores PTA (0-15cm)	Sin cobertura Arbores PTB (10-25cm)	Sin cobertura Arbores PTC (25-35cm)	Sin cobertura Arbores PTA (0-15cm)	Sin cobertura Arbores PTB (10-25cm)	Sin cobertura Arbores PTC (25-35cm)		
LONGITUD	P1-0281250 P2-0281210 P3-0281150	P1-0281250 P2-0281210 P3-0281150	P1-0281250 P2-0281210 P3-0281150	P1-0281250 P2-0281210 P3-0281150	P1-0281250 P2-0281210 P3-0281150	P1-0281250 P2-0281210 P3-0281150		
LATITUD	P1-0702878 P2-0702874 P3-0702907	P1-0702878 P2-0702874 P3-0702907	P1-0702878 P2-0702874 P3-0702907	P1-0702878 P2-0702874 P3-0702907	P1-0702878 P2-0702874 P3-0702907	P1-0702878 P2-0702874 P3-0702907		
ALTITUD	P1-2850 P2-2846 P3-2850	P1-2850 P2-2846 P3-2850	P1-2850 P2-2846 P3-2850	P1-2850 P2-2846 P3-2850	P1-2850 P2-2846 P3-2850	P1-2850 P2-2846 P3-2850		
Ensayo	Unidad	LC	Resultados					
Materia Orgánica	%	--	9.41	8.20	8.00	6.45	9.81	6.85

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), Item 7.1.9 AS-09, 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), Item 7.1.7 AS-07, 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), Item 7.1.7 AS-07, 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), Item 7.1.7 AS-07, 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestra: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente afecta la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN RURAL  
 Estación Experimental Agraria Baños del Inca

**Felipe Cabrera**  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SUELOS  
 Responsable del Laboratorio de Suelos

## INFORME DE ENSAYO

### SU0123 a SU0125-EEBI-22

#### I. INFORMACIÓN GENERAL

**Cliete:** NILSER BURGA DIAZ  
**Propietario / Productor:** NILSER BURGA DIAZ  
**Dirección del cliente:** CHOTA  
**Solicitado por:** Cliente  
**Muestreo por:** :  
**Número de muestra(s):** : 3  
**Producto declarado:** : Suelo Agrícola  
**Presentación de las muestras(s):** : Bolsas de plástico  
**Referencia del muestreo:** : Reservado por el Cliente  
**Procedencia de muestra(s):** : LA PALMA- CONCHAN - CHOTA- CAJAMARCA  
**Fecha(s) de muestreo:** :  
**Fecha de recepción de muestra(s):** : 20/01/2022  
**Lugar de ensayo:** : LABSAF Baños del Inca  
**Fecha(s) de análisis:** :  
**Cotización del servicio:** : 0012-EEABI-2022  
**Fecha de emisión:** : 20/01/2022

#### II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3		
<b>Código de Laboratorio</b>	SU0123-EEBI-22	SU0124-EEBI-22	SU0125-EEBI-22		
<b>Matriz Analizada</b>	Suelo	Suelo	Suelo		
<b>Fecha de Muestreo</b>					
<b>Hora de Inicio de Muestreo (h)</b>					
<b>Condición de la muestra</b>	Conservada	Conservada	Conservada		
<b>Código/Identificación de la Muestra por el Cliente</b>	Sin cobertura Arboria P&A (0-10cm)	Sin cobertura Arboria P&B (10-20cm)	Sin cobertura Arboria P&C (20-30cm)		
<b>LONGITUD</b>	P1-0281258 P2-0281210 P3-0281153	P1-0281258 P2-0281210 P3-0281153	P1-0281258 P2-0281210 P3-0281153		
<b>LATITUD</b>	P1-0762876 P2-0762874 P3-0762907	P1-0762876 P2-0762874 P3-0762907	P1-0762876 P2-0762874 P3-0762907		
<b>ALTITUD</b>	P1-2885 P2-2848 P3-2858	P1-2885 P2-2848 P3-2858	P1-2885 P2-2848 P3-2858		
<b>Ensayo</b>	<b>Unidad</b>	<b>LC</b>	<b>Resultados</b>		
<b>Materia Orgánica</b>	%	--	<b>8.54</b>	<b>5.21</b>	<b>4.14</b>

#### III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 90450, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9 AS-09 2000. Determinación de la textura del suelo por procedimiento de Bouyoucos.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.

#### IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los ítem sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido solo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA  
 Estación Experimental Agrícola Baños del Inca  
  
**Juan Chatope Cabrera**  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SUELOS  
 Responsable del Laboratorio de Suelos



Datos del documento  
Tipo de documento: BOLETA DE VENTA ELECTRONICA  
Serie y correlativo: B002-2779  
Fecha: 21-01-2022  
Hora: 09:26:35

Datos del emisor		Adquirente / Usuario	
RUC: 20536977030 Nombre: ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA VISTA FLORIDA - LAMBAYEQUE Dirección: Jr. Wiracocha S/N, LOS BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, DEPARTAMENTO CAJAMARCA Sucursal: EEA. BAÑOS DEL INCA		Identificación: DNI - DOCUMENTO DE NACIONAL DE IDENTIDAD Número de identificación: 47026985 Nombre: BURGA DIAZ NLSER Dirección: .CONCHAN,CHOTA,DEPARTAMENTO CAJAMARCA,PERU	

Cantidad	Unidad	Código	Código SUNAT	Descripción	Valor unitario	Importe
27.000	UNIDAD	00028	0	ANÁLISIS MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS	S/ 6.779561017	S/ 183.05

Información adicional
POR SERVICIO DE ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS REF. COTIZACIÓN N° 012-EEA.81-2022 EMITIDO EN EL JR. WIRACOCCHA S/N - BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA.

Total impuestos
Total IGV 18%: S/ 32.95

Totales del documento
Total Gravados: S/ 183.05 Importe total de la venta: S/ 216.00

Monto en letra: DOSCIENTOS DIECISÉIS Y 00/100 SOLES



Representación impresa de una boleta de venta electrónica  
Documento generado por THE FACTORY HKA  
Tel. (511) 719 3650 - <http://facturaose.thefactoryhka.com.pe/>  
Puede descargar su comprobante desde el sitio:  
<http://factura.thefactoryhka.com.pe/consultadocumentos>



Bosque primario				
Profundidad (cm)			P. inicial	P.Final
<b>P1-P3</b>	Peso Total	Peso Placa Petri	muestra + P.P	muestra + P.P
P1-D1(0-10)	272,82	7,47	47,47	30,04
P1-D2 (10-20)	251,68	7,38	58,81	40,72
P1-D3(20-30)	243,44	8,69	49,25	31,73
P2-D1(0-10)	247,38	10,09	61,63	42,44
P2-D2(10-20)	284,20	10,04	56,06	35,33
P2-D3(20-30)	249,00	7,45	50,04	34,43
P3-D1(0-10)	231,16	7,12	57,20	35,15
P3-D2(10-20)	173,06	8,96	50,72	32,68
P3-D3(20-30)	215,67	11,65	51,41	36,78

Bosque secundario				
Profundidad (cm)			P. inicial	P.Final
<b>P4-P36</b>	Peso Total	Peso Placa Petri	muestra + P.P	muestra + P.P
P4-D1(0-10c)	296,29	10,17	66,55	50,63
P4-D2 (10-20)	262,09	7,45	51,86	32,92
P4-D3(20-30)	212,90	8,48	44,67	32,15
P5-D1(0-10)	280,85	8,68	46,27	30,14
P5-D2(10-20)	283,38	7,35	64,93	44,3
P5-D3(20-30)	283,58	6,87	47,65	27,89
P6-D1(0-10)	281,83	7,46	68,54	43,6
P6-D2(10-20)	263,91	10,01	56,11	36,39
P6-D3(20-30)	255,78	7,60	54,42	34,74

Sin cobertura arbórea				
Profundidad (cm)			P. inicial	P.Final
<b>P7-P9</b>	Peso Total	Peso Placa Petri	muestra + P.P	muestra + P.P
P7-D1(0-10)	248,21	7,48	51,90	35,23
P7-D2(10-20)	240,17	7,38	60,72	39,80
P7-D3(20-30)	238,03	7,50	52,22	32,93
P8-D1(0-10)	249,25	8,50	43,14	28,00
P8-D2(0-20)	276,87	7,41	58,50	44,36
P8-D3(20-30)	226,56	10,09	67,93	46,02
P9-D1(0-10)	239,18	7,44	52,44	36,37
P9-D2(10-20)	273,66	8,71	42,12	32,40
P9-D3(20-30)	275,71	7,32	48,19	35,22



Código	Profundidad	A	L	Ar	Total	40 S T° inicial	40 S D. inicial	2 HS T° final	2 HSD. final	arena	limo	arcilla	Total
P1	(0 -10)	1	3	0,5	4,5	16	25	16	22	22,22	66,67	11,11	100
P2	(10-20)	1	2	1	4	16	25	16	21	25,00	50,00	25,00	100
P3	20-30	1	3	1,6	5,6	16	20	16	19	18,18	54,54	27,28	100
P2	0 -10	1	4	1,5	6,5	16	26	16	25	15,38	61,54	23,08	100
P3	10-20	1,5	2,5	1,5	5,5	16	29	18	22	27,27	45,45	27,27	100
P4	20-30	1	1,5	0,5	3	17,1	25	18	16	33,33	50,00	16,68	100
P3	0 10	2	1	0,5	3,5	17,4	30	17	26	57,14	28,57	14,29	100
P4	(10-20)	2	1	2	5	17,1	28	16	24	40,00	20,00	40,00	100
P5	20-30	1	4	1	6	17,3	26	17	21	16,67	66,67	16,67	100
P4	0 -10	1	3	0,5	4,5	17,9	27	17	25	22,22	66,67	11,11	100
P5	(10-20)	1	2	1	4	18,9	24	17	15	25,00	50,00	25,00	100
P6	20 -30	1	3	1,6	5,6	18,8	22	18	18	18,18	54,54	27,28	100
P5	0 - 10	1	4	1,5	6,5	17	30	18	20	15,38	61,54	23,08	100
P6	(10-20)	1,5	2,5	1,5	5,5	17	29	18	21	27,27	45,45	27,27	100
P7	20-30	1	1,5	0,5	3	18,9	26	17	19	33,33	50,00	16,68	100
P6	0 -10	2	1	0,5	3,5	17,2	30	19	26	57,14	28,57	14,29	100
P7	(10-20)	2	1	2	5	18,6	29	19	24	40,00	20,00	40,00	100
P8	20-30	1	4	1	6	18,1	23	19	19	16,67	66,67	16,67	100
P7	0 -10	1	3	0,5	4,5	17,5	28	21	23	22,22	66,67	11,11	100
P8	(10-20)	1	2	1	4	17,6	22	20	23	25,00	50,00	25,00	100
P9	20-30	1	3	1,6	5,6	17,6	25	20	32	18,18	54,54	27,28	100
P8	0 -10	1	4	1,5	6,5	17,2	29	19	26	15,38	61,54	23,08	100
P9	(10-20)	1,5	2,5	1,5	5,5	17,8	27	20	25	27,27	45,45	27,27	100
P10	20 -30	1	1,5	0,5	3	17,6	25	20	23	33,33	50,00	16,68	100
P9	0 -10	2	1	0,5	3,5	17,7	25	20	25	57,14	28,57	14,29	100
P10	(10-20)	2	1	2	5	7,7	26	20	26	40,00	20,00	40,00	100
P11	20 -30	1	4	1	6	17,8	33	20	32	16,67	66,67	16,67	100



<b>Bosque primario</b>			
Parcela	Prof.cm	color	
		Muestra húmeda	Muestra seca
P1	0-10	10YR 4/2 marrón grisáceo oscuro	10YR 4/3 marrón claro
	(10-20)	10YR 4/3 marrón oscuro	10YR 4/3 marrón claro
	20-30	10YR 5/2 marrón grisáceo	10YR 5/4 marrón amarillento
P2	0-10	10YR 3/1 marrón oscuro	10YR 3/3 marrón pálido
	(10-20)	10YR 3/2 marrón oscuro	10YR 6/4 marrón muy oscuro
	20-30	10YR 5/6 marrón amarillento	10YR 6/5 marrón pálido
P3	0-10	10YR 3/4 marrón	10YR 4/ 5 marrón pálido
	(10-20)	10YR 3/2 marrón grisáceo	10YR 4/2 marrón grisáceo muy oscuro
	20-30	10YR 5/4 marrón	10YR 6/2 marrón amarillento

<b>Bosque secundario</b>			
Parcela	Prof.cm	Color	
		Muestra húmeda	Muestra seca
P4	0-10	10YR 5/2 marrón oscuro	10YR 4/6 marrón pálido
	Oct-20	10YR 5/4 marrón amarillento	10YR 4/6 marrón pálido
	20-30	10YR 3/3 marrón amarillento	10YR 3/4 marrón muy pálido
P5	0-10	10YR 2/4 marrón oscuro	10YR 3/3 marrón pálido
	(10-20)	10YR 5/2 marrón grisáceo	10YR 6/4 marrón claro
	20-30	10YR 5/6 marrón amarillento	10YR 6/5 marrón pálido
P6	0-10	10YR 4/3 marrón oscuro	10YR 4/6 marrón pálido
	(10-20)	10YR 4/2 marrón grisáceo	10YR 6/3 marrón muy pálido
	20-30	10YR 5/4 marrón amarillento	10YR 6/2 marrón pálido

<b>Sin cobertura arbórea</b>			
Parcela	Prof.cm	color	
		Muestra húmeda	Muestra seca
P7	0-10	10YR 5/2 marrón oscuro	10YR 2/4 marrón pálido
	(10-20)	10YR 5/4 marrón grisáceo	10YR 5/3 marrón amarillento
	20-30	10YR 5/4 marrón amarillento	10YR 5/2 marrón muy pálido
P8	0-10	10YR 4/4 marrón oscuro	10YR 4/6 marrón pálido
	(10-20)	10YR 3/3 marrón grisáceo	10YR 3/4 marrón claro
	20-30	10YR 4/3marrón amarillento	10YR 4/4 marró claro
P9	0-10	10YR 2/2 marrón oscuro	10YR 2/4 marrón amarillento
	(10-20)	10YR 4/2 marrón grisáceo muy oscuro	10YR 6/3 marrón grisáceo
	20-30	10YR 4/4 marrón amarillento	10YR 6/2 marrón pálido



<b>P1-P3</b>	<b>Peso Total</b>	<b>Peso Pacla Petri</b>	<b>P. inicial muestra + P.P</b>	<b>P.Final muestra + P.P</b>
P7-H1	283.03 g	10.26g	31.94g	17.53g
P7-H2	301.30 g	8.71 g	25.53g	14.96g
P7-H3	361.13 g	8.50 g	25.63g	14.86g
P8-H1	619. 00 g	7.35 g	25.14g	18.38g
P8-H2	686.18 g	7.08 g	22.39g	16.17g
P8-H3	432.37 g	8.78 g	27.37g	15.06g
P9-H1	362.66g	10.10g	33.13g	14.89g
P9-H2	710.80g	7.43g	39.52g	19.78g
P9-H3	796.57g	7.67g	29.23g	19.80g

<b>P1-P3</b>	<b>Peso Total</b>	<b>Peso Pacla Petri</b>	<b>muestra + P.P</b>	<b>muestra + P.P</b>
P7-H1	283,03	10,26	31,94	17,53
P7-H2	301,3	8,71	25,53	14,96
P7-H3	361,13	8,5	25,63	14,86
P8-H1	619. 00	7,35	25,14	18,38
P8-H2	686,18	7,08	22,39	16,17
P8-H3	432,37	8,78	27,37	15,06
P9-H1	362,66	10,1	33,13	14,89
P9-H2	710,8	7,43	39,52	19,78
P9-H3	796,57	7,67	29,23	19,8
			<b>PHM</b>	<b>PSM</b>
	101,17		21,68	7,27
	101,54		16,82	6,25
	141,11		17,13	6,36
	223,33		17,79	11,03
	256,07		15,31	9,09
	247,75		18,59	6,28
	408,01		23,03	4,79
	156,52		32,09	12,35
	222,58		21,56	12,13
0,01	10000	33,93	339255,4889	33925548,89
0,01	10000	37,73	377303,805	37730380,5
0,01	10000	52,39	523911,0333	52391103,33
0,01	10000	138,47	1384671,107	138467110,7
0,01	10000	152,04	1520363,357	152036335,7
0,01	10000	83,69	836939,2146	83693921,46
0,01	10000	84,86	848618,2805	84861828,05
0,01	10000	60,24	602375,1948	60237519,48
0,01	10000	125,23	1252270,594	125227059,4

768570807,5

85396756,39

KG/ha

853968

TN/ha





			<b>P. inicial</b>	<b>P.Final</b>
<b>P1-P3</b>	<b>Peso Total</b>	<b>Peso Pacla Pet</b>	<b>muestra + P.P</b>	<b>muestra + P.P</b>
P4-H1	101.17 g	7.5 g	14.35 g	11.09 g
P4-H2	101.54 g	7.71 g	19.24 g	11.56 g
P4-H3	141.11 g	7.33 g	15.73 g	10.72 g
P5-H1	223.33 g	7.37 g	32.56 g	13.45 g
P5-H2	256.07 g	7.48 g	15.99 g	9.23 g
P5-H3	247.75 g	6.68 g	15.50 g	10.07 g
P6-H1	408.01 g	7.44 g	23.88 g	11.22 g
P6-H2	156.52 g	7.18 g	15.24 g	10.77 g
P6-H3	222.58 g	7.51 g	16.90 g	10.60 g

<b>P1-P3</b>	<b>Peso Total</b>	<b>Peso Pacla Pet</b>	<b>muestra + P.P</b>	<b>muestra + P.P</b>
P4-H1	101,17	7,5	14,35	11,09
P4-H2	101,54	7,71	19,24	11,56
P4-H3	141,11	7,33	15,73	10,72
P5-H1	223,33	7,37	32,56	13,45
P5-H2	256,07	7,48	15,99	9,23
P5-H3	247,75	6,68	15,5	10,07
P6-H1	408,01	7,44	23,88	11,22
P6-H2	156,52	7,18	15,24	10,77
P6-H3	222,58	7,51	16,9	10,6
			<b>PHM</b>	<b>PSM</b>
	101,17		6,85	3,59
	101,54		11,53	3,85
	141,11		8,4	3,39
	223,33		25,19	6,08
	256,07		8,51	1,75
	247,75		8,82	3,39
	408,01		16,44	3,78
	156,52		8,06	3,59
	222,58		9,39	3,09
0,01	10000	53,02	530219,4161	53021941,61
0,01	10000	33,91	339053,7728	33905377,28
0,01	10000	56,95	569479,6429	56947964,29
0,01	10000	53,90	539041,842	53904184,2
0,01	10000	52,66	526583,4313	52658343,13
0,01	10000	95,22	952236,3946	95223639,46
0,01	10000	93,81	938125,1825	93812518,25
0,01	10000	69,72	697154,8387	69715483,87
0,01	10000	73,25	732451,7572	73245175,72

582434627,8

64714958,64 KG/HA

647150 TN/ha

*Anexo 4. Planos*

