

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**RELACIONES DE LA DIVERSIDAD ARBÓREA
Y EL SUELO EN LA GRADIENTE
ALTITUDINAL DEL VALLE DE
CHANCHAMAYO**

Presentado por:

Adriana Omshanti Romero Valle

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

Lima - Perú
2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. ADRIANA OMSHANTI ROMERO VALLE, intitulado “RELACIONES DE LA DIVERSIDAD ARBÓREA Y EL SUELO EN LA GRADIENTE ALTITUDINAL DEL VALLE DE CHANCHAMAYO”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 12 de julio de 2017

.....
Ing. Ignacio Lombardi
Presidente

.....
Mg. Sc. Jorge Chavez
Miembro

.....
Ing. Sonia Palacios
Miembro

.....
PhD. Carlos Reynel
Asesor

PhD. Julio Alegre
Coasesor

DEDICATORIA

*Les dedico este trabajo a mis padres
por toda su colaboración y paciencia.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que me ayudaron a hacer posible este proyecto:

A mis padres y a mi hermano por siempre creer en mí y brindarme su apoyo, paciencia y comprensión cada vez que me internaba en el bosque (o en mi computadora).

A mi asesor y profesor Carlos Reynel por todos los consejos y el apoyo incondicional que me ha brindado a lo largo del proceso de formulación y ejecución de la tesis. Al igual que a mi co-asesor Julio Alegre, quien no dudo en brindarme su ayuda y sus conocimientos cada vez que lo necesité.

Al personal del fundo “La Génova”, Al ing. José Vásquez y al señor Benjamín; así como al personal de APRODES quienes me facilitaron la ejecución de la tesis.

A mi mejor amigo y compañero, Ray Medina, por ayudarme y motivarme en cada salida a campo y porque sin sus conocimientos en ARCGIS, no tendría ningún mapa.

A Anizeto Daza, ya que gracias a su paciencia y guía se logró visitar cada una de las parcelas evaluadas.

A David Rodríguez, Rocío Armey, Dafne Grados por su gran apoyo en campo, con ustedes los días en campo se pasaron más rápido.

A todos aquellos que estuvieron a mi lado en este largo proceso y me dieron ánimos para culminarlo.

Pero, sobre todo gracias Krishna.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo describir las características edáficas de 9 parcelas permanentes establecidas en el valle de Chanchamayo y analizar si existe correlación entre la diversidad florística, representada por el índice de Fisher, y las características edáficas, para brindar información que sirva como instrumento para el manejo y conservación de los recursos forestales. La metodología que se usó para la extracción de muestras de suelo y su análisis es la sugerida por el *Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizante* de la UNALM. Asimismo, se realizó un análisis estadístico de correlación lineal para encontrar la relación entre la diversidad y las variables edáficas. Entre los principales resultados de la evaluación, podemos mencionar que se encontró una relación lineal fuerte y positiva entre el nivel de pH del suelo con la diversidad y una correlación negativa y débil entre la acidez intercambiable ($Al^{+3}H^{+}$) y la diversidad. Las demás variables edáficas (materia orgánica, contenido de fósforo, potasio, carbonos y nitrógeno, CIC y saturación de bases) han obtenido valores de correlación no significativos. Los mejores suelos para el crecimiento de especies forestales están ubicados en el *bosque cumbre de colina* (La Génova, P-GC), del *bosque secundario tardío* (La Génova, P-GBST) y el *bosque de ladera alta* (Puyu Sacha, P-PL2). Del otro lado, los suelos que ofrecerían características hostiles para las especies, son los del *bosque montano alto* (Puyu Sacha, P-PA), el *bosque subxerófito* (La Génova, P-GSX) y el *bosque secundario* (La Génova, P-LGSEC2). Finalmente, los resultados indican que la diversidad de especies arbóreas de los bosques estudiados puede estar relacionada solo parcialmente por la fertilidad y tipo del suelo; pero que existen otros procesos, fuera del alcance de esta investigación, que podrían estar ejerciendo una mayor influencia en la distribución de especies.

Palabras clave: Biodiversidad, bosque tropical húmedo, suelo, pH del suelo, relaciones planta suelo.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
1. Bosques de montaña	3
1.1. Ubicación y extensión:	3
2. Composición florística	4
3. Diversidad florística	4
3.1. a. Diversidad Alfa	5
3.2. Diversidad Beta	6
3.3. Diversidad Gamma (Dy)	6
3.4. Índice de Valor de Importancia	7
4. Características del sitio y su relación con la vegetación	7
4.1. Clima	7
4.1.1. Zonas de vida de Holdridge	8
4.2. Edafología y Fisiografía	8
4.3. Distribución de las especies a lo largo de la gradiente altitudinal	9
4.4. Variables que influyen en la diversidad de especies	10
5. Caracterización de los suelos	10
5.1. El pH del suelo	11
5.2. Conductividad Eléctrica	12
5.3. Carbonato de calcio	13
5.4. Materia orgánica	13
5.5. Fósforo y potasio	14
5.6. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	14
5.7. Saturación de bases	16
5.8. Densidad	16
5.9. Acidez intercambiable	17
6. Parcelas permanentes	18
7. Análisis de correlación simple	19
8. Estudios similares en el Perú	19
III. Materiales y Métodos	21
1. Materiales	21
1.1. Área de estudio:	21
1.1.1. Fisiografía y Suelo	25
2. Equipo	26
3. Metodología	26
3.1.1. Trabajo de campo	26
3.1.2. Trabajo de gabinete	29
IV. Resultados y discusión	31
1. Descripción de suelos	31
1.1. Bosque de cumbre de colinas (p-gc)	32
1.2. Bosque de ladera de colinas (P-GL)	35
1.3. Bosque secundario (P-LGSEC 2)	38
1.4. Bosque secundario tardío (P – GBST)	41
1.5. Bosque Subxerófito (P-GSX)	44
1.6. Bosque montano alto (P-PA)	47

1.7.	Bosque de ladera (P-PL).....	50
1.8.	Bosque de ladera alta (P-PL2).....	53
1.9.	Bosque de ribera (P-PR).....	56
2.	Análisis de diversidad con las características edáficas	60
2.1.	Análisis entre las variables edáficas y la diversidad.....	61
2.1.1.	Potencial hidrógeno	63
2.1.2.	Materia orgánica.....	65
2.1.3.	Fósforo y potasio.....	66
2.1.4.	Capacidad de Intercambio catiónico -CIC	68
2.1.5.	Acidez intercambiable.....	69
2.1.6.	Saturación de bases.....	70
2.1.7.	Carbono y nitrógeno del suelo	72
2.1.8.	Densidad aparente y resistencia mecánica.....	76
2.2.	Variables vinculantes	77
2.3.	Especies y familias más abundantes.....	77
2.4.	Usos de las especies representativas por parcelas.....	83
V.	Conclusiones	89
VI.	Recomendaciones.....	93
VII.	Referencias bibliográficas	95
VIII.	Anexos	105

Índice de tablas

	Página
Tabla 1:	clasificación de la conductividad eléctrica..... 13
Tabla 2:	clasificación del contenido de materia orgánica 14
Tabla 3:	interpretación de los rangos de concentración de nutrientes. 14
Tabla 4:	capacidad de intercambio catiónico de un suelo..... 15
Tabla 5:	clasificación de la saturación de bases 16
Tabla 6:	relación entre la densidad aparente y el crecimiento de raíces en base a la textura de suelo..... 17
Tabla 7:	publicaciones realizadas en el ámbito de chanchamayo 20
Tabla 8:	registro climatológico en la ciudad de san ramón, valle de chanchamayo... 22
Tabla 9:	resultados del análisis de suelos de la parcela p-gc 34
Tabla 10:	resultados del análisis de suelos de la parcela p-gl..... 37
Tabla 11:	resultados del análisis de suelos de la parcela p-lgsec 2 40
Tabla 12:	resultados del análisis de suelos de la parcela lg- gbst..... 43
Tabla 13:	resultados del análisis de suelos de la parcela p- gsx 46
Tabla 14:	resultados del análisis de suelos de la parcela p-pa 49
Tabla 15:	resultados del análisis de suelos de la parcela p-pl..... 52
Tabla 16:	resultados del análisis de suelos de la parcela p-pl2..... 55
Tabla 17:	resultados del análisis de suelos de la parcela p-pr..... 58
Tabla 18:	índice de fisher en contraste con el número de especies por hectárea. 61
Tabla 19:	valores encontrados del coeficiente de determinación (r^2) en función de la variable respuesta de número de especies por hectárea. 63
Tabla 20:	datos del ph y del alfa de fisher por hectárea de las 9 parcelas evaluadas.... 64
Tabla 21:	valores de materia orgánica (%) y el índice de fisher de las 9 parcelas evaluadas..... 65
Tabla 22:	valores de fósforo (ppm) y el índice de fisher de las 9 parcelas evaluadas .. 67
Tabla 23:	valores de potasio (ppm) y el índice de fisher de las 9 parcelas evaluadas .. 67
Tabla 24:	valores de materia orgánica (%) y el índice de fisher de las 9 parcelas evaluadas..... 69
Tabla 25:	valores de materia orgánica (%) y el índice de fisher de las 9 parcelas evaluadas..... 70
Tabla 26:	datos de saturación de bases (%) y el número de especies por hectárea de las 9 parcelas evaluadas..... 71

Tabla 27:	datos de contenido de carbono y nitrógeno, y el número de especies por hectárea de las 9 parcelas evaluadas	73
Tabla 28:	valores de materia orgánica (%) y el índice de fisher de las 9 parcelas evaluadas.....	73
Tabla 29:	densidad aparente, resistencia mecánica y contenido de materia orgánica del bosque de fundo génova y de puyu sacha	76
Tabla 30:	especies de mayor importancia ecológica según la parcela evaluada	78
Tabla 31:	análisis de la presencia de especies y el tipo de suelo donde se desarrollan	79
Tabla 32:	análisis de la presencia de familias y géneros según el tipo de suelo donde se desarrollan	80
Tabla 33:	resumen del uso de las principales especies forestales en las parcelas evaluadas.....	86

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Rangos de las clases de ph y condiciones edáficas asociadas.	11
Figura 2: Disponibilidad de nutrientes según el ph.	12
Figura 3: Mapa de ubicación de la provincia de Chanchamayo.	21
Figura 4: Climatograma de la temperatura máxima y mínima de Chanchamayo.	22
Figura 5: Climatograma de la precipitación mensual de Chanchamayo.	23
Figura 6: Mapa de la precipitación promedio mensual en el ámbito de Chanchamayo	23
Figura 7: Zonas de vida de Chanchamayo y de las parcelas evaluadas.	24
Figura 8: Calicata excavada en el fundo “La Génova”.	27
Figura 9: Extracción de la muestra de suelo con ayuda de una pala.	27
Figura 10: Muestra de suelo depositada en la bolsa <i>Ziploc</i>	28
Figura 11: Obtención de muestra de tierra para ensayo de densidad.	29
Figura 12: Imagen referencial del código, la altitud y la ubicación de las parcelas.	31
Figura 13: Perfil del suelo de la parcela de la cumbre de colinas.	33
Figura 14: Calicata efectuada en la parcela de ladera de colina	35
Figura 15: Calicata del bosque secundario.	39
Figura 16: Perfil de la calicata en el suelo de la parcela del bosque secundario tardío. .	42
Figura 17: Fotografía de cienpies.	42
Figura 18: Perfil de la calicata del bosque Subxerófito de La Génova.	45
Figura 19: Diferencia de colores entre el primer y segundo horizonte.	48
Figura 20: Perfil del suelo de la parcela de ladera (P-PL).	51
Figura 21: Perfil del suelo de la parcela en ladera alta (P-PL2).	54
Figura 22: Fotografía tomada en vista frontal de la calicata en el bosque de ribera	57
Figura 23: Esquema del análisis realizado variable por variable.	60
Figura 24: Gráfico comparativo entre el índice de Fisher y el número de especies por hectárea.	62

Índice de anexos

	Página
Anexo 1: Ubicación y autores de las parcelas evaluadas	105
Anexo 2: Información general de la parcela de cumbre de colinas (P-GC)	106
Anexo 3: Información general de la parcela de ladera de colinas (P-GL).....	108
Anexo 4: Información general de la parcela del bosque secundario (P-LGSEC 2).....	110
Anexo 5: Información general de la parcela del bosque secundario tardío (P-GBST).....	112
Anexo 6: Información general de la parcela subxerófito (P-GSX)	114
Anexo 7: Información general de la parcela montano alto (P-PA)	116
Anexo 8: Información general de la parcela ladera 1 (P-PL)	118
Anexo 9: Información general de la parcela ladera alta 2 (P-PL2)	120
Anexo 10: Información general de la parcela de bosque de ribera (P-PR).....	122
Anexo 11: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher en relación al pH de las parcelas.	124
Anexo 12: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher en relación con la MO de las parcelas	125
Anexo 13: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher con relación al contenido de fósforo de las parcelas.	126
Anexo 14: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher con relación al contenido de potasio de las parcelas	127
Anexo 15: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher con relación a la capacidad de intercambio (CIC) catiónico de las parcelas.	128
Anexo 16: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher con relación a la acidez intercambiable de las parcelas (Al+3 H+).....	129
Anexo 17: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher con relación a la saturación de bases de las parcelas.....	130
Anexo 18: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher con relación al contenido de carbono de las parcelas	131
Anexo 19: Gráfico de dispersión entre el índice de Fisher con relación al contenido de nitrógeno de las parcelas.....	132
Anexo 20: Puntaje asignado a las parcelas en base a sus características favorables o desfavorables para la vegetación	133
Anexo 21: Número de especies y familias más abundantes por parcela	134
Anexo 22: Mapa de ubicación parcelas de Puyu Sacha y el Fundo Génova.....	136

Anexo 23: Resultados del análisis de caracterización de suelos de las parcelas P-PL2 Y P-PA.....	137
Anexo 24: Resultados del análisis de caracterización de suelos de las parcelas LG-PGBST, P-GC, P-GL, PS-PSEC Y P-GSX	138
Anexo 25: Resultados del análisis de caracterización de suelos de las parcelas P-PR, P-LGSEC 2 Y P-PL.....	139

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques de montaña distribuidos a lo largo de la gradiente altitudinal de los andes son conocidos por su alta diversidad de flora y fauna y por el endemismo que poseen. Este potencial biótico está siendo amenazado actualmente por la actividad humana y por los cambios climáticos, lo cual puede hacer peligrar la conservación de sus funciones. Es por ello que se debe priorizar el estudio de estos bosques tanto de su composición florística así como los factores que determinan la distribución de sus especies a lo largo de la gradiente altitudinal.

Estudios recientes indican la importancia de investigaciones a lo largo de gradientes altitudinales de los bosques tropicales, ya que permite ampliar el conocimiento acerca de los diversos procesos ecológicos e identificar los factores que determinan la composición y diversidad de estos ecosistemas (Veintimilla 2013). Los factores más importantes que influyen en la aparición y distribución de especies son el clima, el suelo y la topografía, y entre ellos, el suelo de los bosques tropicales ha sido el objeto de estudio de esta investigación ya que diversos autores señalan que puede influir en la distribución de especies y en sus características estructurales (De la Salas 1987; Clinebell *et al.* 1995). A pesar que no se cuentan con estudios actuales sobre la influencia del suelo en ecosistemas tropicales peruanos, los estudios de Rutté y Reynel (2016), Reynel, *et al.* (2012), Palacios (2011), Llacsahuanga (2015), entre otros, han sido de ejemplar ayuda ya que detallan la diversidad los bosques de montaña de la región de Chanchamayo.

La investigación se realizó en la provincia de Chanchamayo, distrito de San Ramón y recogió información sobre las características edáficas de 9 parcelas permanentes con el objetivo de encontrar relaciones entre estas variables y la diversidad florística, y así poder brindar herramientas para un adecuado manejo y conservación de los recursos forestales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. BOSQUES DE MONTAÑA

1.1. UBICACIÓN Y EXTENSIÓN:

Los bosques tropicales de montaña en Sudamérica cubren una extensión de 1 543 000 km² y se encuentran ubicados desde el oeste de Venezuela hasta la frontera entre Bolivia, Chile y Argentina (Josse *et al.* 2009). Concretamente, en el Perú, estos bosques se encuentran en relieves de colinas y montañas a lo largo de toda la Amazonía Andina (MINAM 2011).

Una parte importante de estos ecosistemas, está constituido por los bosques de neblina o “bosques montanos nublados” que a pesar de su afinidad con las tierras bajas amazónicas, son hábitats únicos con una elevada proporción de elementos singulares (Brown; Kappelle 2001) que conlleva a un alto nivel de endemismo y diversidad, incluso mayor que del llano amazónico (MINAM 2014).

Estos bosques tienen un amplio margen de distribución, pueden encontrarse en altitudes que oscilan entre los 2000-3500 msnm en las áreas tropicales o de 1500 – 2500 en las áreas subtropicales. Asimismo, pueden descender a los 1000 msnm e incluso hasta los 500 msnm (Hamilton *et al.* 1995).

La delimitación de estos ecosistemas es compleja, ya que su distribución depende del clima, la fisiografía y de la formación de neblina, sin embargo para el caso de la vertiente oriental de los Andes peruanos, estos bosques se presentan principalmente entre los 2000 a 3000 msnm (Young; León 2001).

2. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Los estudios sobre la composición florística o caracterización de la vegetación, son el primer paso hacia el entendimiento de la estructura y dinámica de un bosque, lo que a su vez es fundamental para comprender los diferentes aspectos ecológicos, incluyendo el manejo exitoso de los bosques tropicales (Bawa; McDade 1994). Además, los aspectos florísticos (composición, riqueza y diversidad), fisionómicos, funcionales, dinámicos y climáticos son clave para el estudio de los tipos de bosques y para determinar las especies comunes o dominantes en cada uno de los tipos de vegetación (Lamprecht 1990; Louman 2001).

Asimismo, las especies que conforman una comunidad vegetal responden de manera diferente a factores ambientales y la combinación de variables climáticas. Esto se puede evidenciar con la elevación, la cual se considera como un factor muy importante en la estructura, riqueza y composición de las comunidades vegetales (Matteucci; Colma 1982).

Se debe tener en cuenta que aunque los tipos de vegetación que se repiten en las diferentes zonas comparten semejanzas, no hay dos áreas (bosques) ocupados por comunidades idénticas, puesto que la vegetación cambia continuamente.

3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA

Los bosques amazónicos poseen la más alta diversidad de flora y fauna en el mundo (Gentry 1987) es por ello la importancia de su estudio. El concepto de diversidad, se entiende como la riqueza de la vida y de sus variantes sobre la tierra; como los millones de plantas, animales y microorganismos existentes (Reynel 2013). Asimismo, se debe tener presente que la diversidad también se puede entender como el número de especies en relación con el tamaño de la población de cada especie (Louman *et al.* 2001).

Cabe señalar que, en la mayoría de los ecosistemas, la diversidad biológica tiene una relación inversa con la gradiente altitudinal (Gentry 1993), demostrada en estudios en el neotrópico donde, por ejemplo, los bosques montanos de México son biológicamente menos diversos que los bosques montanos de Centroamérica y éstos últimos son menos diversos que los de América del Sur, no habiendo un cambio en la diversidad con la latitud en los bosques de los Andes tropicales, sino de altura (Veintimilla 2013).

La Organización de las Naciones Unidas (Melo; Vargas 2007), adopta la siguiente definición: "Por diversidad biológica se entiende la variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otras cosas los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos (...) comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas".

Por otro lado, la diversidad biológica se despliega en la naturaleza en dos planos principales: Geográfico y orgánsmico. Este estudio se enfocará en el plano geográfico y se usarán índices de diversidad, los cuales están formados por dos componentes: la riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de esta (Bouza; Covarrubias 2005). Entre los más importantes, Reynel (2013) menciona a la diversidad Alfa, la diversidad Beta y la diversidad Gamma; cabe mencionar que el estudio se centrará en la primera.

3.1. A. DIVERSIDAD ALFA

Es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Rutté; Reynel 2016). También se entiende como diversidad alfa al número de especies observables en una localización dada dentro de una misma comunidad (Reynel 2013). La unidad de área en la cual esta cantidad de especies es medida, está en función del tipo de organismo. Algunos aspectos de esta diversidad son riqueza de especies (número de especies que componen una comunidad), la abundancia y el coeficiente de mezcla. La diversidad alfa está influenciada por la cantidad de individuos presentes en una muestra, lo cual puede generar un sesgo al desarrollar estudios comparativos (Rutté; Reynel 2016), es por ello que se origina la necesidad de trabajar con índices que corrijan esta distorsión, como es el caso del índice de diversidad de Fisher.

- **Índice de diversidad de Fisher:** Es un índice que permite realizar comparaciones bastante fieles del nivel de diversidad de especies entre sitios que varían en términos de abundancia. Este índice permite eliminar y controlar el efecto que tiene la abundancia sobre la diversidad, lo que permite determinar si una parcela de bosque es realmente más diversa que otra (Berry 2003). Para calcular el alfa de Fisher, se utiliza la siguiente fórmula:

$$S = \alpha \ln \left(\frac{1+N}{\alpha} \right) \text{ Ec. 1}$$

Donde:

S: número de especies

N: número total de individuos

α : Alfa de Fisher

La importancia de este índice, recae en que permite realizar comparaciones entre parcelas de diferente área o con diferente número de individuos, además extrapola el número de especies obtenido en diferentes muestras, hasta un número común de individuos.

3.2. DIVERSIDAD BETA

La diversidad beta es la diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales o conforme se incrementa la distancia a lo largo de un transecto. Para poder medir esta diversidad, es posible utilizar los índices de Sørensen, de Jaccard y el de Morisita – Horn (Halffter 1992; Crawley 1997).

3.3. DIVERSIDAD GAMMA (DG)

Es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores (Halffter 1992; Crawley 1997). Es decir, este nivel expresa la diversidad de Biomas o grandes formaciones Ecológicas reconocibles en una porción usualmente grande del territorio, como una región o continente (Reynel 2013).

3.4. ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

El índice de valor de importancia es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados (Zarco *et al.* 2010) y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IVI} = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

La dominancia es un estimador de biomasa el cual se obtiene al realizar mediciones del área basal de las especies. La densidad se puede entender como el número de individuos de una especie entre el área muestreada y por último la frecuencia está referida a la existencia o falta de una determinada especie en una sub –parcela (Zarco *et al.* 2010; Melo *et al.* 2003).

4. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO Y SU RELACIÓN CON LA VEGETACIÓN

4.1. CLIMA

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado promedio de la atmósfera, considerando un periodo de tiempo largo y un lugar específico (Lobato 2009). Muchos ecólogos han evidenciado que el clima es el principal factor que influye en la distribución de la vegetación y de las comunidades que forman. Ello incluso ha propiciado el nacimiento de una nueva ciencia: la bioclimatología. Asimismo, el clima de un área se puede considerar una herramienta útil para obtener información sobre el tipo de vegetación que puede aparecer en la misma, sin embargo existen otros factores que influyen como la topografía y los tipos de suelos (Gavilán 1994).

Las características especiales del clima tropical, es decir sus perturbaciones atmosféricas, los vientos alisios húmedos, precipitaciones variadas, entre otros, influyen decisivamente sobre la fisionomía y sobre el comportamiento de la vegetación. Asimismo el clima juega un rol importante en la evolución del suelo, “la influencia del clima sobre la vegetación se ejerce en forma directa (...) o indirecta sobre el suelo” (De Las Salas 1987).

4.1.1. ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE

Los elementos que determinan el clima, tal como temperatura y precipitación, son utilizados en el *Sistema de Zonas de Vida de Holdridge*; que tiene como objetivo determinar áreas donde las condiciones ambientales sean similares, para agrupar y analizar las diferentes poblaciones y comunidades bióticas, para así aprovechar mejor los recursos naturales sin deteriorarlos y conservar el equilibrio ecológico. Holdridge (1987) define a las zonas de vida como “un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo”.

4.2. EDAFOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA

El suelo es un factor muy influyente en los trópicos, donde la heterogeneidad edáfica muestra tener fuertes efectos sobre la distribución de la vegetación. Por otra parte una de las características del suelo, como su fertilidad o contenido de materia orgánica, puede variar y de esta manera afectar la diversidad de especies vegetales, aunque la riqueza de especies no siempre está ligada a los suelos más ricos en nutrientes (Montagnini; Jordan 2005).

Las principales características de los suelos que influyen en la fisonomía y la estructura de la vegetación son: la porosidad, la textura, el drenaje, la humedad, la profundidad y la permeabilidad; también comenta que en el suelo forestal la más significativa adición de material, es la adición de materia orgánica (De Las Salas 1987).

Con respecto a la fisiografía del terreno, este es un factor que genera cambios en la composición de los bosques; los que están ubicados en laderas suelen tener una composición diferente de los presentes en tierras planas, mediando aspectos como exposición del terreno y drenaje (Louman 2001).

Según Veintemilla (2013), la vegetación que crece en quebradas u hondonadas es mucho más abundante que en las cimas, producido principalmente por el acarreo de nutrientes de las partes altas que se depositan en áreas planas, mientras que en cimas o laderas existe un déficit de disponibilidad de nutrientes debido a procesos de lavamiento de suelos e insuficiente mineralización por causa de condiciones edáfica. Por otro lado, existe una fuerte influencia de variables topográficas en los patrones de distribución de especies.

4.3. DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES A LO LARGO DE LA GRADIENTE ALTITUDINAL

Para estudiar la relación que existe entre la altitud y las especies vegetales algunos parámetros que deben ser evaluados son la altitud, número de especies y familias (Lieberman *et al.* 1996), ellos comprueban que a mayor altitud existe una tendencia a la disminución en la riqueza de especies, sin embargo, esto no se refleja por debajo de los 500 msnm (Ramírez 2015).

La diversidad de especies arbóreas y de lianas es constantemente elevada desde el nivel del mar hasta alrededor de los 1500 msnm, aunque se ha descubierto también un ligero incremento en altitudes medias (Kessler *et al.* 2012). Por debajo de los 1500 msnm la familia botánica Fabaceae es la más importante según Gentry (1991) y Macía (2008). Asimismo, Gentry (1995) y Macía y Fuertes (2008) afirman que a partir de los 1500 msnm hasta los 3000 msnm se observa una tendencia a la disminución lineal de la riqueza de especies conforme aumenta la altitud, y las familias que dominan en este estrato montano son Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae. Por encima de los 3000 msnm tanto el número de especies y la composición florística disminuyen; en esta altitud las familias representativas son Asteraceae, Melastomataceae y Myrsinaceae (Ramírez 2015).

Por otro lado, los cambios topográficos tienen gran importancia sobre los factores ambientales y sobre la distribución de las especies, ya que los patrones de vegetación que se observan a lo largo de los gradientes altitudinales, son el resultado de complejas interacciones entre factores como la elevación, el grado de exposición a la radiación solar y la posición en el relieve, entre otros (Mazzola *et al.* 2008; Whittaker *et al.* 1967; McAuliffe 1994). Diversos autores (Burke *et al.* 1989; Hsieh *et al.* 1998; Guerrero-Campo *et al.* 1999; Burke 2003) mencionan que los cambios en el relieve afectan las propiedades edáficas tales como la profundidad y desarrollo del perfil, el contenido de materia orgánica, el pH y la humedad, entre otros. Es por ello que las especies vegetales responden a las variaciones en las condiciones ambientales, por lo que un cambio en ellas ocasiona cambios significativos en la composición y estructura de las comunidades (Mazzola *et al.* 2008).

4.4. VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA DIVERSIDAD DE ESPECIES

Clinebell *et al.* (1995), encontraron a partir de modelos de ecuaciones de regresión múltiple que la diversidad estaba correlacionada positivamente con la precipitación y con la estacionalidad de las lluvias y la fertilidad del suelo. Además, señalaron que muchas variables del suelo, en especial la concentración de nutrientes, estaban correlacionadas con la riqueza de especies y con la precipitación continua.

Sin embargo, entre sus principales conclusiones mencionan que las lluvias y la estacionalidad de estas, son el principal factor que explica la diversidad de especies y que las características del suelo se vuelven importantes solo cuando los bosques crecen sobre rocas o sobre suelos muy pobres.

Por otro lado, se tiene que tener presente que las gradientes ambientales de clima y de suelos junto con la historia geológica y evolutiva de los ecosistemas montañosos generan las condiciones para el surgimiento de un gran número de microclimas y hábitats, lo que trae como consecuencia que estos ecosistemas tengan la mayor diversidad biológica en el planeta (Josse *et al.* 2009).

5. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

El suelo es un componente importante en los bosques y ecosistemas forestales ya que ayuda a regular importantes procesos ecosistémicos, como la absorción de nutrientes y la disponibilidad de agua. Además, los suelos proporcionan anclaje, agua y nutrientes a los árboles. Asimismo, los árboles y otras plantas y tipos de vegetación son un factor importante en la creación de un nuevo suelo cuando las hojas y la vegetación se deterioran y descomponen (FAO 2015).

A continuación se describirán parámetros utilizados para entender el comportamiento del suelo y sus componentes:

5.1. EL PH DEL SUELO

El pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad y afecta la disponibilidad de los nutrientes, la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo. Los factores importantes que afectan el pH del suelo son la temperatura y las precipitaciones, ya que controlan la intensidad del lixiviado y la meteorización de los minerales del suelo (USDA 1999).

Generalmente, valores de pH entre 6.0 y 7.5 son óptimos para el crecimiento de la mayoría de las especies vegetales (USDA 1999). Para una mejor interpretación, se presenta la figura 1, donde se aprecia que los suelos forestales pueden tener rangos de pH entre 4 a 6.5.

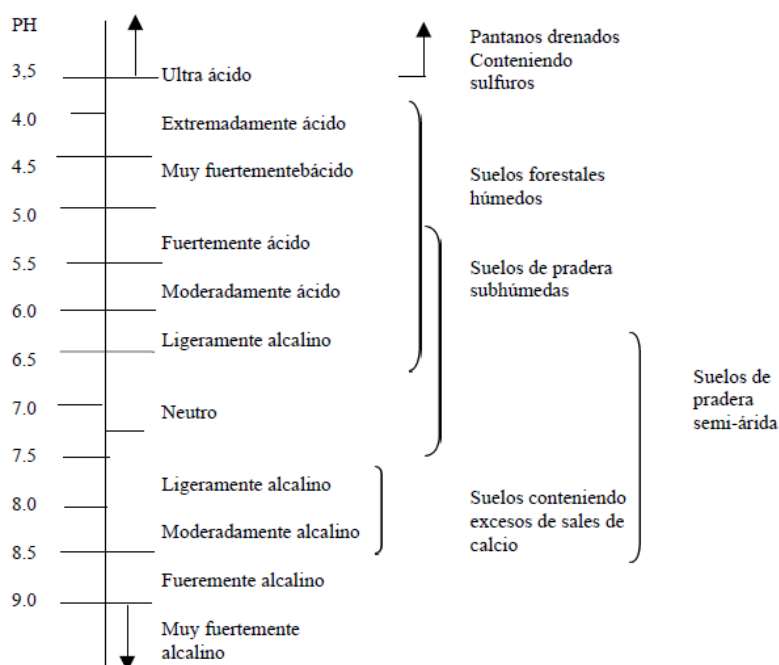


Figura 1: Rangos de las clases de pH y condiciones edáficas asociadas.

FUENTE: USDA (1999)

Por otro lado, el pH del suelo influye en la presencia de algunas especies vegetales (Figura 2), debido a que la disponibilidad de los nutrientes se ve afectada por cambios en la solubilidad de los minerales del suelo. La mayor parte de los minerales son más solubles en suelos ácidos que en suelos neutros o ligeramente básicos, por lo cual se infiltran rápidamente lo que conlleva a que la planta no pueda asimilarlos (Barbaro s.f.).

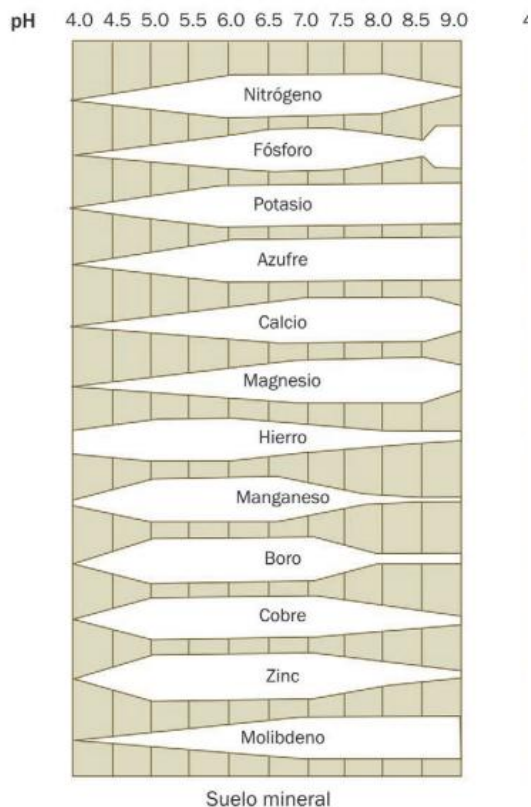


Figura 2: Disponibilidad de nutrientes según el pH.

FUENTE: Barbaro (s.f.).

5.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Todos los suelos contienen sales, las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, un exceso de estas inhibe el crecimiento de las plantas. Además, las sales también pueden dificultar la penetración de agua en el suelo y aumentar la aparición de compactación superficial. Los iones generalmente asociados con salinidad son Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , H^+ (cationes) o NO_3^- , SO_4^- , Cl^- , HCO_3^- , OH^- (aniones) (USDA 1999).

En general los valores de CE (1:1) entre 0 y 0.8 dS/m (Tabla 1) son aceptables para el crecimiento de los cultivos en general. Pero se debe mencionar que para interpretar la calidad de suelo de un determinado sitio, no solo basta con conocer los parámetros, también se debe analizar el uso de las tierras (USDA 1999).

Tabla 1: Clasificación de la conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica 1:1 (dS/m a 25°C)	Clase de Salinidad	Respuesta de la vegetación
0-0.98	No Salino	Efectos casi despreciables
0.98-1.71	Muy ligeramente salino	Se restringe el rendimiento de cultivos sensibles
1.71-3.16	Ligeramente salino	Se restringe el rendimiento de la mayoría de los cultivos
3.16-6.07	Moderadamente salino	Solo cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente
>6.07	Fuertemente salino	Solo cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente

FUENTE: USDA (1999).

5.3. CARBONATO DE CALCIO

Este parámetro se utiliza para dar en porcentaje el peso de caliza en el suelo. Cabe señalar que los suelos calizos son muy poco homogéneos, por lo que se generan complicaciones al momento de extraer las muestras, sobre todo si la caliza no se encuentra en forma pulverulenta, sino formando conglomerados. Valores altos, por encima del 35 o del 40%, ocasionan problemas de baja productividad (Garrido 1993).

5.4. MATERIA ORGÁNICA

Se refiere a la cantidad de restos orgánicos que se encuentran alterados y que pueden aumentar el contenido de nutrientes del suelo. Además favorece a la microestructura del suelo (reduciendo la erosión), permite conservar la humedad, es fuente de nitrógeno para las plantas, ayuda al desarrollo de la microfauna edáfica, entre otros. Sin embargo, en algunos casos el contenido de MO puede aumentar la acidez del suelo, como ejemplo: las acículas del pino (Garrido 1993).

Generalmente el contenido de materia orgánica es elevado en los primeros 10cm del suelo y luego tiende a disminuir, e incluso desaparecer a los 30 o 60 cm (Garrido 1993). En la tabla 2, se observa una clasificación del contenido de materia orgánica.

Tabla 2: Clasificación del contenido de materia orgánica

Clasificación	Materia Orgánica (%)
Bajo	< 2
Medio	2 a 4
Alto	> 4

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes (2016).

5.5. FÓSFORO Y POTASIO

Los valores que se obtienen de fósforo y potasio en los análisis de suelo, representan la cantidad de estos nutrientes que se encuentran en la sedes de intercambio del suelo adsorbidos por las arcillas o materia orgánica. En suelos básicos el fósforo se inactiva fácilmente en formas insolubles, por lo que suele encontrarse poco fósforo en forma activa, lo cual suele ser la principal limitante para el crecimiento de la vegetación. Por otro lado, el potasio puede pasar fácilmente del material arcilloso a la solución suelo a través de la acción de ácidos débiles. Existen muchos suelos ricos en potasio de forma natural, al poseer la arcilla illita (Garrido 1993).

Ambos nutrientes son requeridos por las plantas para lograr un buen crecimiento (Espinoza 2012), en la tabla 3 se tiene una clasificación en base a los rangos de concentración.

Tabla 3: Interpretación de los rangos de concentración de nutrientes.

Nivel	P ppm	K ppm
Muy bajo	<16	<21
Bajo	16 a 25	21 a 40
Medio	26 a 35	41 a 60
Óptimo	36 a 50	61 a 100
Arriba del óptimo	>50	>100

FUENTE: Espinoza et al. (2012).

5.6. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)

Las arcillas y la materia orgánica del suelo, tienen la propiedad de comportarse como aniones con la capacidad de retener cationes. Esta capacidad del suelo es la que le permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas; de otra forma los nutrientes estarían en la solución suelo y podrían ser lavados fácilmente (Garrido 1993).

Por ello, a mayor CIC, puede inferirse que los suelos serán más fértiles. Sin embargo, esta también dependerá del tipo de arcilla presente en el suelo; algunas tienen la capacidad de retener cargas en la superficie exterior como entre sus láminas y otras solo permiten hacer en su superficie. En la tabla 4 se observa la clasificación de CIC y sus características (Garrido 1993).

Tabla 4: Capacidad de Intercambio catiónico de un suelo

CIC (meq/100g)	Nivel	Observaciones
0 a 10	Muy bajo	Suelo muy pobre, necesita un aporte importante de materia orgánica
10 a 20	Bajo	Suelo pobre, necesita aporte de materia orgánica
20 a 35	Medio	Suelo medio
35 a 45	Medio alto	Suelo rico
Más de 45	Muy alto	Suelo muy rico

FUENTE: Garrido (1993).

Esta propiedad de las arcillas y de la materia orgánica, algunas veces puede ser nefasta para la salud del suelo, ya que pueden absorber iones de los residuos de plaguicidas, amoníaco, o elementos pesados, los cuales son peligrosos para las plantas o los seres vivos.

Para calcular la CIC, es necesario conocer la acidez intercambiable ($Al^{+3} H^+$), ya que este parámetro se halla mediante la sumatoria de las bases intercambiables más la acidez intercambiable. Se debe tener presente que una alta concentración de Al^{+3} genera toxicidad para las plantas, además de tener un efecto negativo sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo (Oliva 2009).

Por último se debe señalar que la presencia de materia orgánica (MO) puede aumentar la CIC del suelo, sin embargo este aumento suele darse en los primeros centímetros del suelo (Garrido 1993).

5.7. SATURACIÓN DE BASES

Es un valor que se refiere al porcentaje de cationes cambiabiles principales, respecto al valor de la CIC. Indica la cantidad de sedes para los cationes intercambiabiles que hay en el suelo, ya que el resto (hasta el valor del CIC) estará ocupado por hidrogenios (H⁺). La saturación de bases suele ser menor en suelos ácidos, y cercana al 100% en suelos básicos, lo que indica que el suelo tiene más posibilidades para retener cationes (Garrido 1993).

En la tabla 5 se presenta un cuadro con el rango de saturación de bases y las características que presenta el suelo.

Tabla 5: Clasificación de la saturación de bases

Saturación de bases (%)	Características
< 50	Suelo muy ácido, puede presentar dificultades en la nutrición de la vegetación
50 a 90	Suelo medio, su riqueza dependerá del valor del CIC
> 90	Suelo saturado de bases, sus sedes de intercambio están siendo utilizadas y posee un pH casi neutro o básico

FUENTE: Garrido (1993).

5.8. DENSIDAD

La densidad aparente es definida como la relación entre la masa del suelo secado en horno y el volumen global y se utiliza para medir compactación. En general, cuanto mayor la densidad, menor el espacio poroso para el movimiento del agua, crecimiento y penetración de raíces, y el desarrollo de las plántulas (USDA 1999).

Típicas densidades aparentes del suelo fluctúan entre 1.0 y 1.7 g/cm³ (Tabla 6) y generalmente aumentan con la profundidad en el perfil (Arshad *et al.* 1996, citado por USDA 1999). En suelos que contienen altas proporciones de arcillas expandibles las densidades aparentes varían con el contenido del agua, el cual debería ser medido al momento del muestreo.

Tabla 6: Relación entre la densidad aparente y el crecimiento de raíces en base a la textura de suelo.

<i>Textura de suelo</i>	<i>Densidad aparente ideal para el crecimiento de raíces (gr/cm3)</i>	<i>Densidad aparente que afecta el crecimiento de raíces (gr/cm3)</i>	<i>Densidad aparente que afecta el crecimiento de raíces (gr/cm3)</i>
Arenoso, franco arenoso	<1.6	1.69	>1.8
Franco arenoso, Franco	<1.4	1.63	>1.8
Franco arcillo arenoso, franco arcilloso	<1.4	1.60	>1.75
Limoso, franco limoso	<1.4	1.60	>1.75
Franco arcillo limoso	<1.4	1.55	>1.65
Arcillo arenoso, arcillo limoso, franco arcilloso	<1.1	1.49	>1.58
Arcilloso (>45% arcilla)	<1.1	1.39	>1.47

FUENTE: USDA, 1999.

5.9. ACIDEZ INTERCAMBIABLE

La acidez intercambiable ($Al^{+3}H^{+}$) puede llegar a ser el catión dominante asociado con la acidez del suelo, que es el resultado de la presencia de hidrógeno (H^{+}) y Aluminio (Al^{+3}) que causan una disminución en el pH y se vuelvo más dañino cuando el pH es inferior a 5.0 (Oliva 2009). Sánchez (1981) señala que los niveles de aluminio en la solución suelo, dependen del contenido de materia orgánica en el suelo y el contenido de sales.

La alta concentración de Al^{+3} , en especial en concentraciones superiores a 1ppm, genera toxicidad para las plantas, además de tener un efecto negativo sobre las propiedades químicas del suelo como solubilización, disponibilidad y absorción de nutrientes (en zonas templadas el aluminio impide la absorción y traslado de calcio y fósforo a la parte aérea), físicas como estructura y estabilidad de agregados y biológicas como tipo de organismos presentes en el suelo, ocasionando así una reducción del desarrollo radicular, estas se vuelven más gruesas y presentan las puntas muertas, lo cual afecta en forma negativa el crecimiento de las especies (Oliva 2009; Sánchez 1981).

6. PARCELAS PERMANENTES

Las parcelas permanentes son establecimientos que permiten seguir el crecimiento y rendimiento del bosque con el propósito de obtener información esencial para ser utilizada en el momento de tomar decisiones de ordenación forestal respecto a ciclos de corta, para los planes de manejo sostenible y conservación de áreas protegidas (Contreras *et al.* 1999; Leño 1998). Proveen datos (cuantitativos y cualitativos) sobre los cambios de la vegetación arbórea permitiendo construir modelos de estructura del bosque y definir tipos e intensidades de aprovechamiento y tratamientos silviculturales (Leño 1998).

En lo que concierne a la flora arbórea de los bosques amazónicos y considerando su diversidad, de debe tener en cuenta que el tamaño de cada unidad de muestra debe ser relativamente grande, para dar posibilidad efectiva de incluir un número de especies que represente realmente la diversidad de la localización. Un segundo requerimiento es asegurar la perdurabilidad de cada parcela o *Plot* a lo largo del tiempo, de modo que cada individuo pueda ser monitorizado por muchos años, para hacer posible la investigación referente a la dinámica del bosque en el tiempo (Reynel; Antón 2004)

Entonces, una parcela de muestreo permanente se establece con el fin de que se mantenga indefinidamente en el bosque. Para ello debe estar adecuadamente demarcada, lo que permitirá la ubicación exacta de sus límites y puntos de referencia a través del tiempo, así como la de cada planta ubicada en su interior para efectuar observaciones periódicas (Llacsahuanga 2015).

Existen diversas metodologías para el establecimiento de parcelas permanentes (PP) para el estudio de la diversidad en los bosques húmedos tropicales, sin embargo, en los últimos años se ha buscado uniformizar estas metodologías. Ello ha logrado que actualmente un buen número de investigadores (Palacios 2011; Rutté 2016; Aguilar 2008; entre otros) adopten procedimientos estandarizados capaces de producir datos compatibles unos con otros, a pesar de existir ligeras variantes sobre la metodología básica (Dallmeier 1992; Dallmeier *et al.* 1993a, 1993b; Phillips, Baker 2002).

7. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN SIMPLE

Las relaciones estadísticas se obtienen mediante una primera fase de exploración conocida como análisis de correlación, el cual consiste en analizar los datos muestrales para saber el grado de asociación o correlación entre dos o más variables de una población (Nieves; Domínguez 2010).

Según FAO (s.f) la correlación entre dos variables es el grado de asociación expresado por un único valor llamado coeficiente de correlación (r), el cual puede tener valores que oscilan entre -1 y +1. Cuando “ r ” es negativo, ello significa que una variable tiende a decrecer cuando la otra aumenta y cuando “ r ” es positivo, una variable se incrementa al hacerse mayor la otra.

Como el análisis de correlación corresponde a estudios exploratorios, su objetivo es establecer la pertinencia de un segundo análisis, que sería el análisis de regresión cuyo fin es obtener predicciones a partir de una base de datos (Nieves; Domínguez 2010).

8. ESTUDIOS SIMILARES EN EL PERÚ

En la provincia de Chanchamayo existen varios estudios de composición y diversidad florística realizados desde distintos enfoques.

En la tabla 7 se muestra un listado de 9 publicaciones producidas por el Herbario MOL de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en la región de Chanchamayo. Estas han sido escogidas para el presente estudio para poder realizar comparaciones entre las características del sitio con la diversidad del bosque.

Tabla 7: Publicaciones realizadas en el ámbito de Chanchamayo

N°	NOMBRE	CÓDIGO UNALM	UBICACIÓN	CÓDIGO ZV	ZONA DE VIDA	ALTITUD (msnm)	PUBLICACIÓN	Alfa fisher	N° indiv.
1	Génova – Cumbre	P-GC	Junín, Chanchamayo, La Merced, Fundo La Génova	bh-PT	Bosque húmedo Premontano Tropical	1 200	Antón, D. Y Reynel, C., 2004.	52.47	505
2	Génova Ladera	P-GL	Junín, Chanchamayo, La Merced, Fundo La Génova	bh-PT	Bosque húmedo Premontano Tropical	1 050	Caro, S., Reynel, C. Y Antón, D., 2004.	38.99	353
3	Génova – Bosque	P-LGSEC ₂	Junín, Chanchamayo, La Merced, Fundo Génova	bh-PT	Bosque húmedo Premontano Tropical	1 150	Cuenca, V., 2014.	23.31	467
4	Génova - Bosque Secundario Tardío	P-GBST	Junín, Chanchamayo, La Merced, Fundo Génova	bh-PT	Bosque húmedo Premontano Tropical	1 150	Almeyda, A., 2004.	27.41	480
5	Génova – Subxerófito	P-GSX	Junín, Chanchamayo, La Merced, Fundo Génova	bh-PT	Bosque húmedo Premontano Tropical	900	Palacios, S. Y Reynel, C., 2011.	7.74	320
6	Puyu Sacha Montano Alto	P-PA	Junín, Chanchamayo, San Ramón, Bosque de Puyu Sacha	bmh-M BT	Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	2771	De Rutté, Jano. Reynel, C. 2016.	15.20	477
7	Puyu Sacha – Ladera	P-PL	Junín, Chanchamayo, San Ramón, Bosque de Puyu Sacha	bh-MBT	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical	2 100	Reynel, C. Y Honorio, E., 2004.	57.02	694
8	Puyu Sacha Ladera alta	P-PL2	Junín, Chanchamayo, San Ramón, Bosque de Puyu Sacha	bh-MBT	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical	2 078	Llacsahuanga, J., 2015.	39.68	680
9	Puyu Sacha – Ribera	P-PR	Junín, Chanchamayo, San Ramón, Bosque de Puyu Sacha	bmh-M BT	Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	2 275	Antón, D. Y Reynel, C., 2004.	47.08	530

FUENTE: Elaboración propia

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. MATERIALES

1.1. ÁREA DE ESTUDIO:

El área de estudio donde se realizó la investigación fue en el departamento de Junín, en la provincia de Chanchamayo, en el distrito de San Ramón (Figura 3 y Anexo 22).

Es oportuno mencionar que la provincia de Chanchamayo forma parte de la selva central cuya vegetación es similar al de las selvas bajas amazónicas (Palacios 2011).

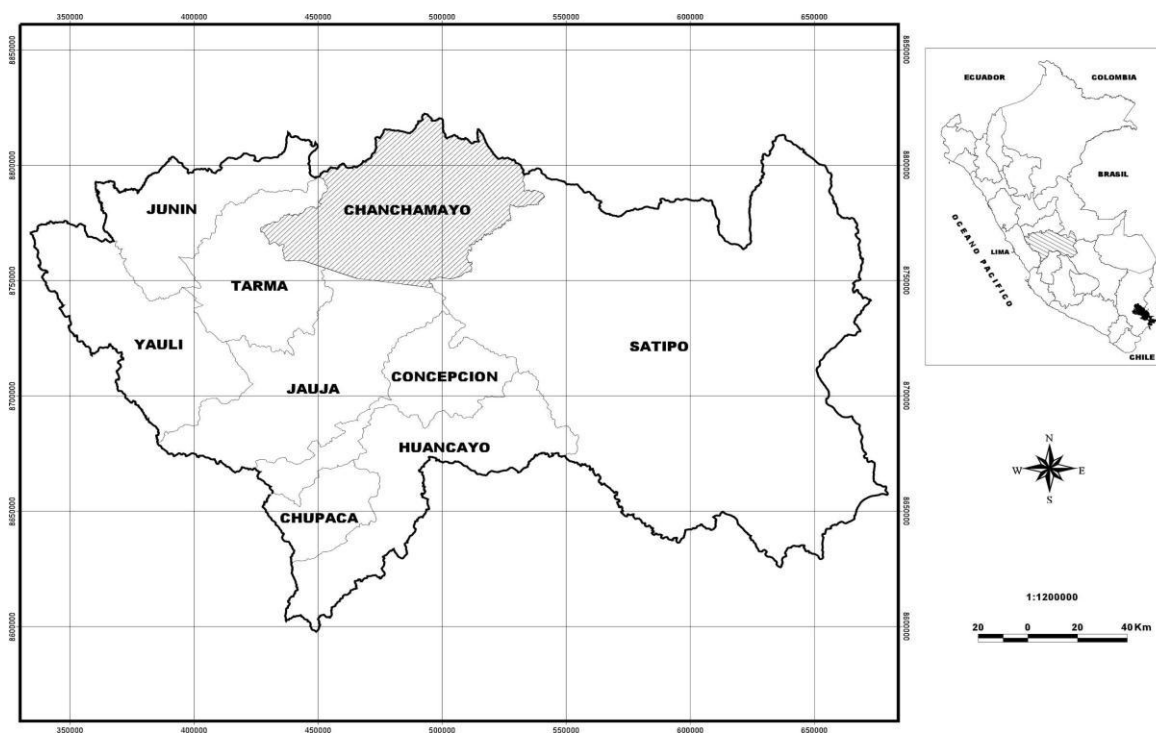


Figura 3: Mapa de ubicación de la provincia de Chanchamayo.

FUENTE: Reynel; Antón (2004)

- Clima

Respecto al clima, actualmente se cuentan con servidores en línea (SENAMHI y *Accuweather*), los cuales proveen datos generales sobre el clima de Chanchamayo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los valores de precipitación brindan información parcial, ya que la captación de la humedad de niebla por la vegetación podría duplicar los valores mostrados (Young; León 1999).

En todo caso, y con las observaciones mencionadas, según Días (2013) y Cáceres y Reynel (2010), los parámetros básicos de temperatura y precipitación están dentro de los siguientes valores: Para el caso de San Ramón, la temperatura mínima es de 17°C y la máxima de 24°C y el promedio anual es de 23.1 °C (Figura 4); respecto a la precipitación total anual promedio, esta es de 2000 a 2010 mm (Figura 5) y la humedad relativa es de 80%. Por otro lado, Reynel (2012) presenta un registro meteorológico a lo largo de un año para el valle de Chanchamayo (Tabla 8) y un mapa de la precipitación promedio mensual (Figura 6).

Tabla 8: Registro climatológico en la ciudad de San Ramón, Valle de Chanchamayo.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
<i>T° prom</i> (C°)	23.4	22.9	23.5	23.2	23	22	22.1	23.2	23.2	23.8	24.4	23.8	23.21
<i>Pp prom</i> (mm)	250	260	230	190	130	85	75	85	110	180	140	220	162.92

FUENTE: Reynel (2012).

Elaboración propia

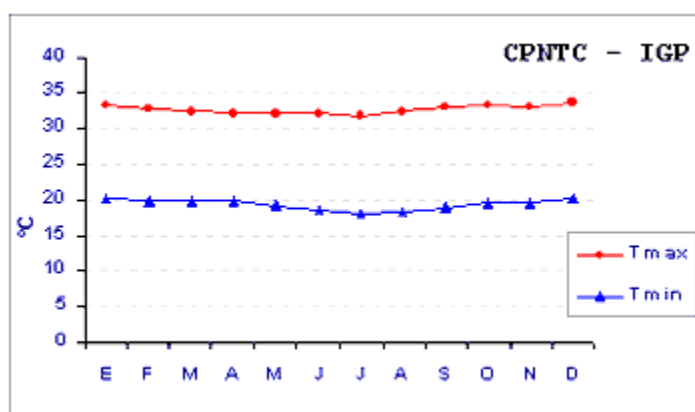


Figura 4: Climatograma de la temperatura máxima y mínima de Chanchamayo.

FUENTE: Cáceres y Reynel (2010).

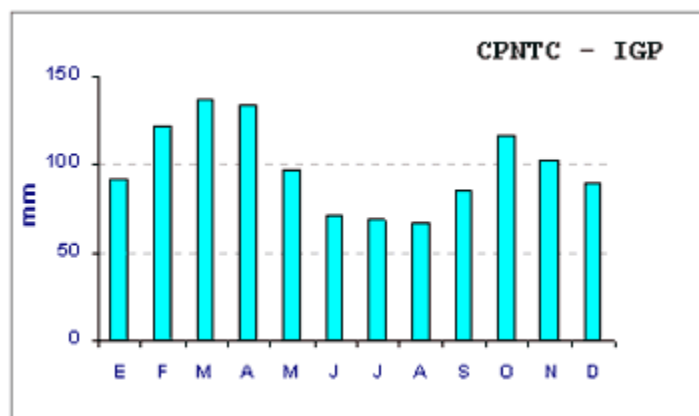


Figura 5: Climatograma de la precipitación mensual de Chanchamayo.

FUENTE: Cáceres y Reynel (2010).

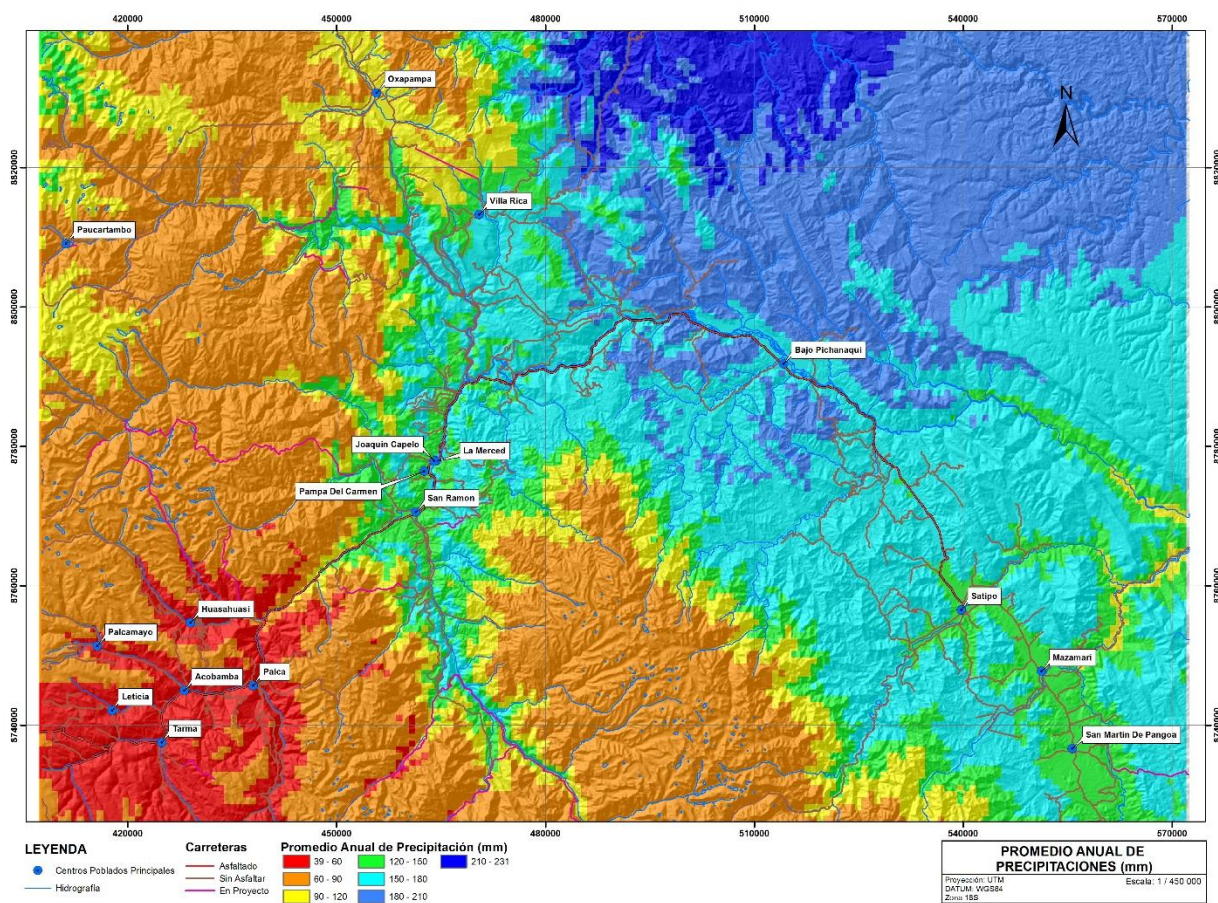


Figura 6: Mapa de la precipitación promedio mensual en el ámbito de Chanchamayo

FUENTE: Cáceres y Reynel (2010).

- Zonas de vida

Chanchamayo cuenta con las siguientes nueve zonas de vida (Figura 7): *Bosque seco Tropical* (bs-T), *Bosque húmedo Premontano Tropical* (bh-PT), *Bosque muy húmedo Premontano Tropical* (bmh-PT), *Bosque muy húmedo Montano bajo Tropical* (bmh-MBT), *Bosque muy húmedo Montano Tropical* (bmh-MT), *Bosque pluvial Premontano tropical* (bp-PT), *Bosque pluvial Montano bajo Tropical* (bp-MBT), *Bosque pluvial Montano tropical* (bp-MT) y *Páramo pluvial subalpino tropical* (pp-SAT). De algún modo, esta clasificación ecológica es sugerente de la alta diversidad de hábitats existente en el valle (Reynel 2012).

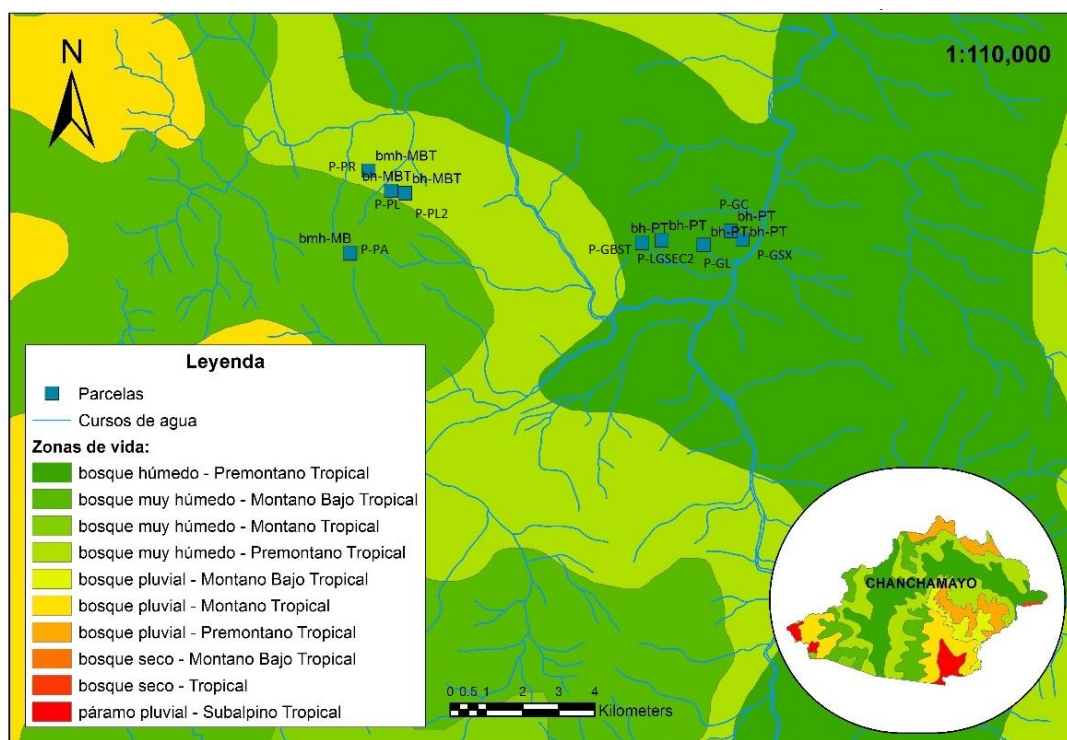


Figura 7: Zonas de vida de Chanchamayo y de las parcelas evaluadas.

FUENTE: Elaboración propia

1.1.1. FISIOGRAFÍA Y SUELO

El distrito de Chanchamayo se caracteriza por poseer un paisaje montañoso y con topografía compleja originada por contrafuertes de la cordillera oriental Andina, posee también pendientes marcadas frecuentemente de 60 a 100%. Las extensiones planas, de origen aluvial, se ubican en las márgenes de los ríos. En el ámbito del río Chanchamayo en sentido estricto, las pendientes muy fuertes representan el 80% de la superficie total, los paisajes de colinas de menor altura representan el 18% y las terrazas de origen aluvial en margen de los ríos solamente el 2% del área (Bullón 1980). Su rango altitudinal va desde los 450 hasta los 4737 msnm (Ramírez 2015; Reynel 2012).

Los suelos del área de estudio son Litosoles y Cambisoles dístricos y éutricos, de acuerdo con el sistema de clasificación de FAO. Los Litosoles son suelos superficiales cuya profundidad está limitada por estratos de roca dura a partir de los 10 cm de profundidad, por otro lado los Cambisoles son suelos tropicales caracterizados por un horizonte B con notable presencia de hierro y dentro de ellos el subgrupo dístricos que contiene un porcentaje de saturación de bases menor al 50% y los éutricos poseen porcentajes de bases mayor a 50% (Sánchez 1976). Nazario (comunicación personal) menciona que los suelos en esas localidades y según la clasificación taxonómica de USDA, pueden dividirse en suelos líticos: Lithic Udorthents o Lithic Humudepts; y suelos no líticos: Typic Udorthents, Typic Humudepts o Entic Humudepts. En cuanto a la geología, en San Ramón predomina la formación Mitu, que se caracteriza por tener rocas sedimentarias, arenisca y material limo arcilloso, y la formación Chambara donde hay arenisca, limolitas, calcáreas rojas intercaladas con dolomitas; en La Merced predomina la formación con el mismo nombre y se caracteriza por ser un conglomerado con pedazos de roca, litoclastos y granitos.

2. EQUIPO

-GPS (para la ubicación de las PP), cinta *flaggin*, comba de goma, pala, cilindro metálico, bolsas de papel, bolsas Ziploc, un par de baldes, cinta métrica, cinta maskintape y libreta de apuntes.

3. METODOLOGÍA

3.1.1. TRABAJO DE CAMPO

a. Muestras del suelo

Para el análisis de suelo se siguió los lineamientos establecidos por el Laboratorio de Análisis de agua, suelo y medio ambiente - UNALM (Bazán 2006). Se tomaron muestras de 9 parcelas permanentes ubicadas en la provincia de Chanchamayo (Tabla 7 y Anexo 22). El tiempo estimado que llevó solo el levantamiento de calicatas en las 9 parcelas fue de 40 días-hombre. En cada parcela se siguió un trayecto en zig zag y en ese trayecto se establecieron alrededor de 10 calicatas en el vértice donde cambiaba la dirección del recorrido, el número dependió de las características de la parcela. La calicata fue de 40cmx40cm y tuvo una profundidad aproximada de 40cm a 50cm (Figura 8) que dependió de las condiciones de la parcela.

Para evaluar cómo las características del suelo influyen en la presencia de ciertas especies y en la diversidad de un bosque, se usó de base la metodología usada por Clinebell, *et al.* (1995) que consistía en extraer 3 muestras de suelo mineral de cada parcela de 0.1 hectárea a profundidades de 0 a 10 cm y de 30 a 40 cm, donde existe mayor presencia de raíces. Cabe recalcar, que se adecuó la metodología señalada, para obtener una información más completa.

Como se señala previamente, se evaluaron 9 parcelas de 1 hectárea. En cada una de ellas se realizaron 10 calicatas y se extrajo muestras de suelo a 2 profundidades diferentes: 0 a 25 (1er horizonte) y de 25 a 50 cm (2do horizonte), teniendo en total 20 sub muestras por parcela.

La descripción de la metodología empleada en esta investigación se detalla a continuación.

Se evaluó un primer horizonte de suelo donde se encontró mayor masa radicular (Figura 8) (aproximadamente los primeros 20 cm) y luego un segundo horizonte, donde el número de raíces era menor (alrededor de 20 cm más desde donde acababa el primer horizonte).



Figura 9: Calicata excavada en el fundo “La Génova”.



Para obtener la muestra que se llevó a analizar, se transfirió con ayuda de una pala 100g de suelo por horizonte a un balde de plástico limpio (Figura 9); en total fueron 10 sub-muestras de 100g cada una del “horizonte 1” a un balde y 10 sub-muestras del “horizonte 2” al otro balde. Las herramientas se limpiaron después de tomar cada sub-muestra.

Figura 10: Extracción de la muestra de suelo con ayuda de una pala.

Se removieron piedras, raíces gruesas, lombrices e insectos del suelo y, por horizonte, se mezclaron las sub-muestras en un balde.

Posteriormente, se transfirió 1 kg de suelo del “horizonte 1” y del “horizonte 2” a una bolsa de papel y luego a una bolsa *Ziploc* limpia para conservar las muestras correctamente (Figura 10). La bolsa se cerró y se marcó con el código de la parcela y el horizonte al que pertenecía.

Una muestra (1 kg) representa un terreno homogéneo y no se deben mezclar muestras de terrenos diferentes (Osorio s.f.). Estas muestras fueron llevadas al Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.



Figura 11: Muestra de suelo depositada en la bolsa Ziploc.

Con esta toma de muestras se obtuvo información sobre la caracterización del suelos que incluye: la salinidad del suelo, nivel de acidez (pH), el contenido de materia orgánica y principales nutrientes (potasio y fósforo), así como sus relaciones catiónicas.

Adicionalmente, se evaluó la densidad aparente con el método del cilindro biselado que consiste en introducir un cilindro biselado de volumen conocido en el suelo (Figura 11), luego secar la muestra en estufa a 105° C hasta peso constante y obtener el valor de la densidad con la ecuación 2. El número de muestras que se obtuvo dependió de las características del terreno, como pendiente o predregosidad.

Con los datos de peso seco y el volumen de tierra en el cilindro se utilizó la ecuación señalada por Alegre (2015) para determinar la densidad aparente.

$$Densidad\ aparente = \frac{Peso\ de\ suelo\ seco\ (g)}{Volumen\ total\ del\ suelo\ (cm^3)} \quad (Ec. 2)$$



a) Extracción de la muestra de tierra con ayuda de una comba. b) Cilindro de volumen conocido con la tierra a ser evaluada.

Figura 12: Obtención de muestra de tierra para ensayo de densidad.

3.1.2. TRABAJO DE GABINETE

a. Análisis estadístico:

Se empleó un procedimiento estadístico de correlación lineal simple, para reflejar la relación posible entre la diversidad y el suelo a lo largo de la gradiente altitudinal.

Para realizar comparaciones mediante análisis estadísticos entre los diferentes tipos de bosques, primero se recogió la información obtenida previamente por distintos autores (Tabla 7) sobre la densidad alfa: número de especies por hectárea y se calculó el índice de Fisher.

Una vez que se obtuvieron los resultados del análisis de suelo, se ingresaron todos los valores al *software Excel* y se procedió a realizar los gráficos y establecer las correlaciones entre variables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. DESCRIPCIÓN DE SUELOS

En base a los resultados obtenidos de la caracterización edáfica de 9 parcelas ubicadas en el departamento de Junín, en la provincia de Chanchamayo (Tabla 7, Figura 12 y Anexo 1 y 22) se ha realizado la descripción y análisis de cada una de estas parcelas permanentes, en función a clasificaciones agronómicas del suelo.

El orden, en el cual se describen las parcelas sigue una lógica descendente según la gradiente altitudinal, empezando por las parcelas ubicadas en el Fundo Génova-UNALM, desde la parcela con mayor altitud, hasta la de menor; del mismo modo se realizó la descripción de las parcelas ubicadas en el bosque Puyu Sacha (Pichita) de mayor a menor respecto a la altitud. Por otro lado, los nombres y códigos de las parcelas que se muestran a continuación, han sido asignados por previos investigadores y se han mantenido para uniformizar los datos y ser utilizados en futuros estudios.

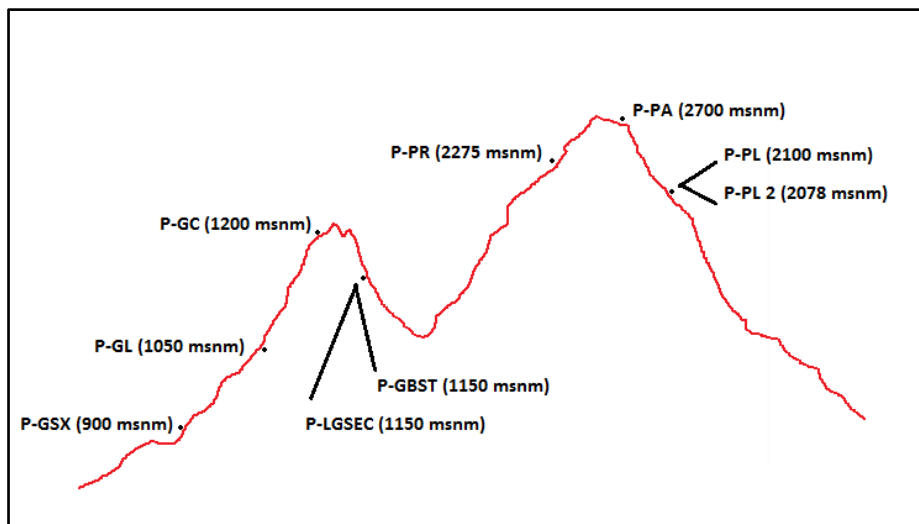


Figura 13: Imagen referencial del código, la altitud y la ubicación de las parcelas.

FUENTE: Elaboración propia.

1.1. BOSQUE DE CUMBRE DE COLINAS (P-GC)

Ubicación: IRD Fundo Génova, UNALM, Valle de Chanchamayo, 1200 msnm.

Zona de vida: Bosque húmedo Premontano Tropical

Descripción

Por los datos observados en la tabla 9, la parcela de evaluación ubicada en el bosque de cumbre de colinas (P-GC) tiene un suelo ligeramente ácido, acercándose a la neutralidad, condición óptima para el desarrollo de la mayoría de especies vegetales y para la asimilación de nutrientes. Además, la saturación de bases tiene un valor medio e indica que las arcillas y la materia orgánica, potencialmente, podrían retener cationes. Sin embargo su CIC es bajo, lo cual limita la disponibilidad de los nutrientes y se ve reflejado en los bajos niveles de cationes intercambiables que se encuentran utilizables. En cuando al nivel de potasio, en términos agronómicos, este es bajo: 2.5 ppm por hectárea que equivale a 165.9 kg disponibles; del mismo modo ocurre con los niveles de fósforos que son muy bajos: 66ppm o 6.5 kg de fósforo por hectárea (Anexo 2). A pesar de que este suelo posea niveles bajos de CIC, por las características del pH este suelo presenta condiciones favorables para el crecimiento de especies.

Análisis comparativo

Como se aprecia en la figura 13 existe un cambio de color entre el primer y segundo horizonte, presumiblemente, esto se debe al contenido de materia orgánica del primer horizonte y a que gran parte de las partículas minerales han sido lixiviadas.

Por otro lado, al tener un pH neutro, potencialmente podría mantener a un gran número de individuos y de especies, que sean capaces de tolerar la pendiente pronunciada de esta parcela.

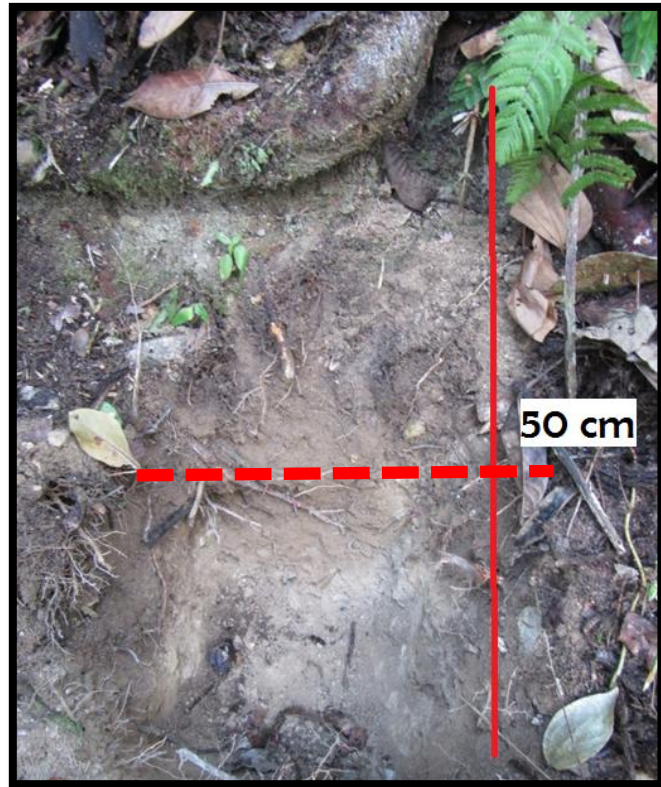


Figura 14: Perfil del suelo de la parcela de la cumbre de colinas.

Caracteres diagnósticos

- Primera capa del suelo sin características relevantes
- Pendiente pronunciada
- Presencia de muchas raíces.
- Suelos con pH cercano a la neutralidad.
- CE más elevada entre todas las parcelas

Tabla 9: Resultados del análisis de suelos de la parcela P-GC

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Cumbre de colinas	Cumbre de colinas
CÓDIGO	P- GC	P- GC
Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
Referencia**	Antón, D.; Reynel, C. 2004	Antón, D.; Reynel, C. 2004
pH (1:1)	6.68	6.87
C.E (1:1) dS/m	0.22	0.33
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	3.68	1.63
P ppm	2.50	2.00
K ppm	66.00	48.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	1.18	1.14
Penetrabilidad (kg/cm²)	4.00 (Difícil)	
CIC meq/100g	19.20	14.40
Ca +2 meq/100g	9.21	13.16
Mg +2 meq/100g	1.50	0.97
K + meq/100g	0.23	0.18
Na + meq/100g	0.09	0.09
Al +3+H+ meq/100g	0.00	0.00
Saturación de bases (%)	57.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Antón y Reynel (2004). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.2. BOSQUE DE LADERA DE COLINAS (P-GL)

Ubicación: IRD Fundo Génova, UNALM, Valle de Chanchamayo, 1050 msnm.

Zona de vida: Bosque húmedo Premontano Tropical

Descripción

Los valores que se presentan en la tabla 10, indican que el suelo de estos bosques es moderadamente ácido, por lo tanto la vegetación aún puede crecer sin mayores complicaciones ya que la mayoría de nutrientes siguen en su forma asimilable por las plantas. Por otro lado, la conductividad eléctrica es inferior a 0.98 dS/m, lo que indica que el nivel de sales es bajo, con ello se puede decir que la vegetación no presentará efectos negativos durante su crecimiento. En cuanto al contenido de materia orgánica y CIC, estos poseen valores bajos, que son indicadores de suelos pobres con poca cantidad de nutrientes, ello se ve reflejado en los niveles de fósforo y de potasio que solo llegan a alcanzar el valor de 2.5ppm y 51 ppm, que equivalen a 7.4 kg y 149.5 kg disponibles por hectárea respectivamente (Anexo 3).

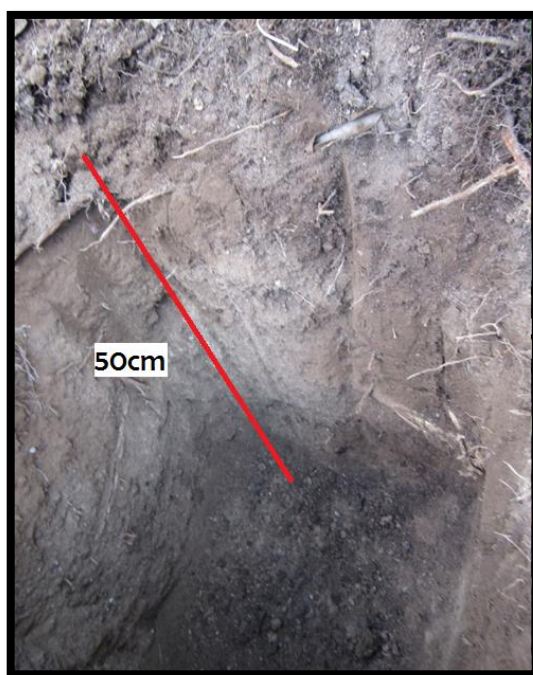


Figura 15: Calicata efectuada en la parcela de ladera de colina

Análisis comparativo

El suelo del bosque de ladera de colinas (P – GL) (figura 14) presenta características en común con el suelo de cumbre de colinas (P-GC) a excepción de la clase textural, en el suelo de ladera es franco arcillo arenoso, mientras que en el suelo de la cumbre es franco arenoso. Esta diferencia puede deberse a que el suelo en ladera tiende a sufrir mayor meteorización por agua, viento y gravedad, lo que ocasiona que presente mayor proporción de arcillas y limo.

Otras características diferenciales de esta parcela es su pendiente elevada, mayor a las demás parcelas evaluadas, y su delgada capa superficial de tierra y hojarasca.

En resumen, el suelo tiene un bajo potencial para sostener vegetación, debido a la delgada a los bajos contenidos de materia orgánica, la baja disposición de nutrientes y sobre todo, debido a la superficial capa de tierra y a la elevada pendiente, que limita a que solo ciertas especies puedan adaptarse a estas condiciones.

Caracteres diagnósticos

- Capa superficial del suelo muy delgada.
- Pendiente pronunciada a lo largo de la parcela.
- Presencia de muchas raíces superficiales.
- Presencia de carbonatos.

Tabla 10: Resultados del análisis de suelos de la parcela P-GL

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Ladera de colinas	Ladera de colinas
CÓDIGO	P- GL	P-GL
Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
Referencias **	Caro, S.; Antón, D.; Reynel, C. 2004	Caro, S.; Antón, D.; Reynel, C. 2004
pH (1:1)	6.23	6.33
C.E (1:1) dS/m	0.15	0.09
CaCO₃ (%)	0.20	0.00
M.O (%)	2.53	1.20
P ppm	2.30	2.80
K ppm	52.00	50.00
Clase textural	Fr. Ar. A	Fr. Ar. A
Densidad (g/cm³)	1.26	1.08
Penetrabilidad (kg/cm²)	3.50 (Difícil)	
CIC meq/100g	17.28	12.80
Ca +2 meq/100g	12.20	9.14
Mg +2 meq/100g	1.28	1.25
K + meq/100g	2.18	2.33
Na + meq/100g	0.09	0.08
Al +3+H+ meq/100g	0.00	0.00
Saturación de bases (%)	91.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Caro, Antón y Reynel (2004). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.3. BOSQUE SECUNDARIO (P-LGSEC 2)

Ubicación: IRD Fundo Génova, UNALM, Valle de Chanchamayo, 1150 msnm.

Zona de vida: Bosque húmedo Premontano Tropical

Descripción

Esta parcela (Tabla 11) tiene el suelo fuertemente ácido, característica de los suelos forestales, además el bajo nivel de pH explica que aparezca la acidez intercambiable ($Al^{+3}H^+$) a diferencia de los suelos de las parcelas anteriores. Asimismo, al analizar la tabla 11, uno observa que los niveles de potasio disminuyen al pasar del primer al segundo horizonte, esto se debe a que en el segundo horizonte, la acidez es mayor y por ende el potasio pasa a su forma no asimilable. Por otro lado, los bajos niveles de materia orgánica también influyen en su baja disponibilidad de nutrientes (CIC inferior a 15 meq/100gr) y a los bajos niveles de nitrógeno disponibles por hectárea (Anexo 4).

Análisis comparativo

En comparación a las otras parcelas evaluadas, esta presenta el mayor valor de densidad, asimismo, es un suelo muy difícil de penetrar, características que indican que el suelo está muy compactado y que las raíces presentarán problemas para desarrollarse (figura 15).

Se puede decir que este suelo es típico de bosques tropicales, en donde la acidez es fuerte y los nutrientes básicos asimilables como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio empiezan a reducirse y con ello la posibilidad de que un gran número de especies se asienten.



Figura 16: Calicata del bosque secundario.

Caracteres diagnósticos

- Superficie de suelo con una capa muy fina de materia orgánica (menos de 5cm).
- La pendiente es leve y no representa dificultad
- El suelo posee una alta densidad y es muy difícil de penetrar
- Tierra cementada con presencia de piedras.
- Presencia de macrofauna

Tabla 11: Resultados del análisis de suelos de la parcela P-LGSEC 2

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque secundario	Bosque secundario
CÓDIGO	P-LGSEC 2	P-LGSEC 2
Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo
Referencias **	Cuenca, V. 2014	Cuenca, V. 2014
pH (1:1)	5.59	5.51
C.E (1:1) dS/m	0.07	0.04
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	2.67	1.38
P ppm	2.20	2.30
K ppm	54.00	32.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	1.25	1.28
Penetrabilidad (kg/cm²)	5.00 (Difícil)	
CIC meq/100g	13.12	12.80
Ca +2 meq/100g	5.85	4.62
Mg +2 meq/100g	1.72	1.57
K + meq/100g	0.71	0.74
Na + meq/100g	0.10	0.13
Al +3+H+ meq/100g	0.10	0.30
Saturación de bases (%)	64.00	55.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Cuenca (2014). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.4. BOSQUE SECUNDARIO TARDÍO (P – GBST)

Ubicación: IRD Fundo Génova, UNALM, Valle de Chanchamayo, 1150 msnm.

Zona de vida: Bosque húmedo Premontano Tropical

Descripción

Como se observa en la tabla 12, el suelo de este bosque tiene un pH fuertemente ácido y un nivel muy bajo de materia orgánica (aproximadamente 2%), lo cual podría ser un indicador *a priori* de bajos niveles de nutrientes, sin embargo, esta parcela presenta los valores más altos de fósforo, lo cual limita menos el crecimiento de la vegetación, además presenta valores por encima del óptimo para el potasio (Espinoza *et al.* 2012), lo que puede permitir un mejor crecimiento de las plantas (Anexo 5). En cuanto al pH, su bajo nivel explica que aparezca la acidez intercambiable ($Al^{+3}H^{+}$) a diferencia de los suelos de las parcelas anteriores. Por otro lado, este suelo posee una capacidad de intercambio catiónico de 18 meq/100 gr., esto significa que tiene una mediana capacidad para retener nutrientes que mejoraría con un mayor aporte de materia orgánica.

Análisis comparativo

El suelo (figura 16) de esta parcela, puede asemejarse al suelo del bosque secundario (P-LGSEC 2) ya que tiene un pH similar y valores cercanos de cantidad de materia orgánica. Sin embargo, contiene mayor cantidad de fósforo y potasio en contraste a la parcela P-LGSEC 2, por lo que muestra un mejor escenario para la vegetación en comparación a esta. Por otro lado, a pesar de que su CIC sea bajo, es decir la disponibilidad de nutrientes para las plantas es deficiente; es mayor que el CIC de la parcela de bosque secundario.

Las características señaladas permitirían inferir *a priori* que este suelo puede sostener mayor número de individuos de mejor calidad, ya que a pesar de su acidez y de su baja disponibilidad de algunos macronutrientes nutrientes, tiene valores apropiados de potasio y mayor cantidad de fósforo que las parcelas antes mencionadas.



Figura 17: Perfil de la calicata en el suelo de la parcela del bosque secundario tardío.

Caracteres diagnósticos

- Primera capa del suelo sin características relevantes
- La pendiente es leve y no representa dificultad
- Valores por encima del óptimo de potasio
- Suelo con presencia de macrofauna: hormigas, ciempiés (figura 17), tijeretas y lombrices.



Figura 18: Fotografía de ciempiés.

Tabla 12: Resultados del análisis de suelos de la parcela LG- GBST

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque secundario Tardío	Bosque secundario Tardío
CÓDIGO	P-GBST	P-GBST
Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
Referencias**	Almeyda, A. 2004	Almeyda, A. 2004
pH (1:1)	5.44	5.18
C.E (1:1) dS/m	0.11	0.08
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	2.63	1.31
P ppm	7.90	5.50
K ppm	161.00	142.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. Ar. A
Densidad (g/cm³)	1.04	1.10
Penetrabilidad (kg/cm²)	4.50 (Difícil)	
CIC meq/100g	18.24	18.72
Ca +2 meq/100g	6.84	9.35
Mg +2 meq/100g	2.55	2.28
K + meq/100g	0.45	0.38
Na + meq/100g	0.09	0.14
Al +3+H+ meq/100g	0.10	0.30
Saturación de bases (%)	54.00	65.00

FUENTE: *Elaboración propia*

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Almeyda (2004). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.5. BOSQUE SUBXERÓFITO (P-GSX)

Ubicación: IRD Fundo Génova, UNALM, Valle de Chanchamayo, 900 msnm.

Zona de vida: Bosque húmedo Premontano Tropical

Descripción

Los parámetros encontrados en el suelo del Bosque Subxerófito (P-GSX) se aprecian en la tabla 13. A partir del análisis y comparación de los datos (Anexo 6), se puede decir que de las cinco parcelas evaluadas en el Fundo Génova, esta es la que presenta mayor acidez en el suelo. Esto explica los valores bajos de saturación de bases, ya que mientras mayor acidez tenga el suelo menor disponibilidad de bases; estas características pueden ocasionar dificultades en la nutrición de las plantas ya que muchos nutrientes esenciales están en su forma no asimilable.

Asimismo tiene un valor alto de acidez intercambiable ($Al^{+3} H^+$) por debajo de los 20 cm de profundidad, esto genera toxicidad para las plantas, además de tener un efecto negativo sobre las propiedades químicas del suelo como solubilización, disponibilidad y absorción de nutrimentos, físicas como estructura y estabilidad de agregados y biológicas como tipo de organismos presentes en el suelo, podría ocasionar incluso (en algunas especies) una reducción en el crecimiento de las raíces (Oliva 2009). Por otro lado, esta parcela tiene un nivel medio de materia orgánica, pero baja disponibilidad de nutrientes, esto puede deberse a que la hojarasca presente no llega a descomponerse rápidamente.

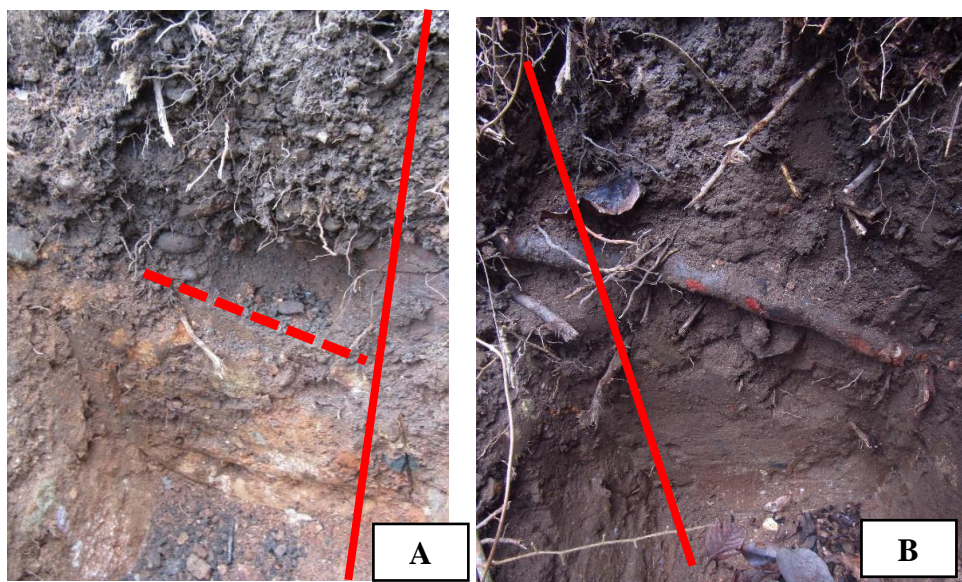
Análisis comparativo

Como se menciona previamente, esta parcela tiene el menor nivel de pH (mayor acidez) en comparación de las otras parcelas del Fundo Génova. Como se puede observar en la figura 18A, este suelo posee un color rojizo, lo que puede significar mayor proporción de arcillas, respecto a las otras parcelas de La Merced. Por otro lado, es un suelo muy pedregoso y difícil de penetrar.

Las características previamente señaladas nos indican que este suelo no brinda un espacio adecuado para el crecimiento de especies vegetales, solo aquellas que sean plásticas o con niveles altos de tolerancia a estas condiciones particulares, podrán crecer en este medio.

Caracteres diagnósticos

- Superficie de la parcela con áreas muy pedregosas y difíciles de penetrar.
- Los horizontes son diferenciados, siendo la parte superior (de 0 a 20 cm) color marrón y la parte inferior (20 a 40 cm) muy arcillosa y de color naranja a rojizo.
- Presencia de macro fauna como lombrices, hormigas y escarabajos en la primera capa de suelo (0 a 20 cm de profundidad).
- Suelos con muchas raíces (figura 17B).
- Suelos con mayor nivel de acidez entre las parcelas evaluadas en el Fundo Génova.



a) Diferenciación de colores entre los horizontes. b) Presencia de raíces en el suelo.

Figura 19: Perfil de la calicata del bosque Subxerófito de La Génova.

Tabla 13: Resultados del análisis de suelos de la parcela P- GSX

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque Subxerófito	Bosque Subxerófito
CÓDIGO	P-GSX	P-GSX
Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo
Referencias **	Palacios, S. 2011	Palacios, S. 2011
pH (1:1)	5.27	5.16
C.E (1:1) dS/m	0.08	0.02
CaCO3 (%)	0.00	0.00
M.O (%)	3.75	1.31
P ppm	3.10	3.30
K ppm	135.00	73.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. Ar. A
Densidad (g/cm3)	1.12	1.07
Penetrabilidad (kg/cm2)	(4.50) Difícil	
CIC meq/100g	13.60	14.40
Ca +2 meq/100g	2.81	1.15
Mg +2 meq/100g	1.73	1.05
K + meq/100g	0.33	0.19
Na + meq/100g	0.08	0.08
Al +3+H+ meq/100g	0.30	1.60
Saturación de bases (%)	36.00	17.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Palacios (2011). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.6. BOSQUE MONTANO ALTO (P-PA)

Ubicación: Bosque de Conservación Puyu Sacha, APRODES, Valle de Chanchamayo, 2771 msnm.

Zona de vida: Bosque muy húmedo Montano bajo Tropical

Descripción

El suelo de este bosque (Tabla 14), es uno de los que presenta los niveles más altos de acidez (muy fuertemente ácido) sobre todo en la primera capa, donde también se observa valores elevados de contenido de materia orgánica y el nivel más alto, entre las 9 parcelas evaluadas, de acidez intercambiable, lo cual resulta tóxico para muchas especies vegetales. Por otro lado, presenta bajos niveles de nutrientes y de saturación de bases. Estas características, típicas de los suelos ácidos, son desfavorables para el crecimiento de especies ya que se reduce la actividad microbiana y la asimilación de fósforo, el cual precipita de formas insolubles y se reduce la disponibilidad del calcio, magnesio y potasio. En cuanto al CIC, tiene un valor medio en los primeros 20 cm del suelo (y el más alto a este nivel en todas las parcelas), teóricamente esto indicaría que los nutrientes pueden estar disponibles; sin embargo al analizar la disponibilidad de estos (Anexo 7) se observa que el catión que abunda es el $Al^{+3}H^{+1}$ (acidez intercambiable) y que los otros cationes alcanzan los niveles más bajos en toda la evaluación, por lo que se puede asumir que el valor del CIC no refleja la disponibilidad de nutrientes. Por otro lado, sobre la clase textural, esta es arena franca y al poseer una baja densidad, le confiere la característica de ser fácil de penetrar por las raíces.

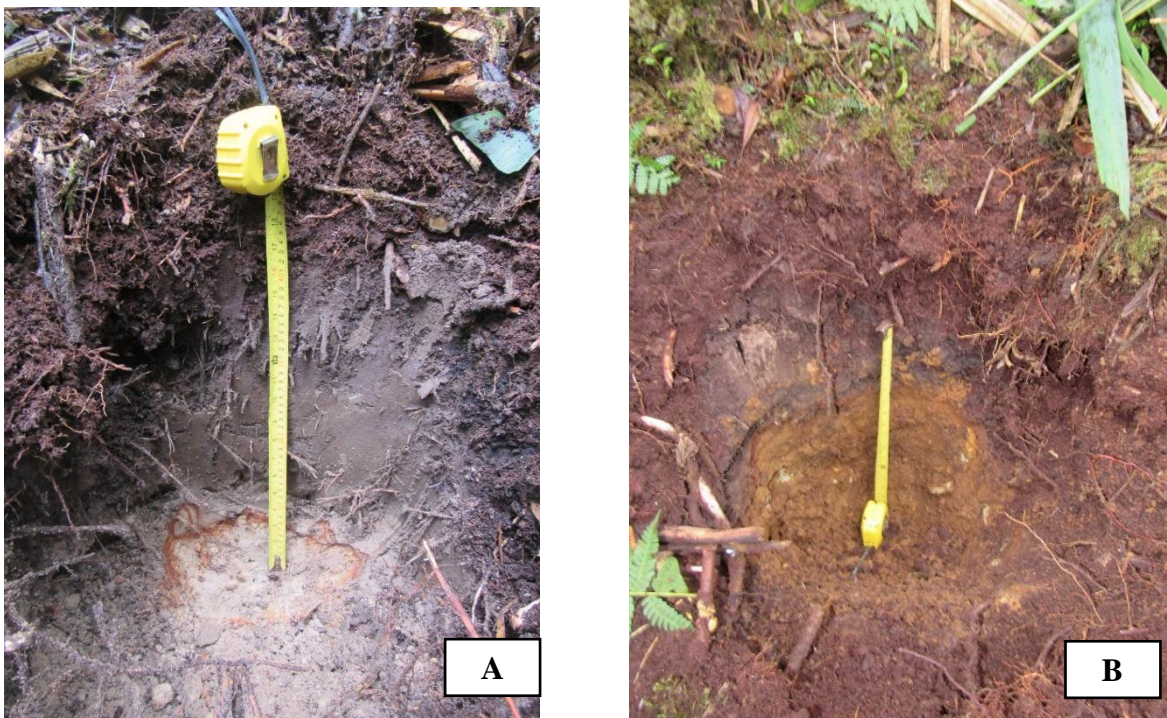
Análisis comparativo

Si se compara esta parcela ubicada en la cumbre de Puyu Sacha, con la ubicada en la cumbre del Fundo Génova (P-GC), se pueden encontrar grandes diferencias, en especial en lo que respecta a la acidez, ya que esta parcela posee uno de los valores más bajos de pH. Además, como puede verse en la figura 19, este tipo de suelo es de color rojizo y es muy fácil de penetrar. Estas diferencias pueden ser originadas por el clima y el material parental, ya que el clima en Puyu Sacha es más húmedo, hay mayor precipitación y por ende meteorización del suelo.

Presumiblemente, podemos decir que debido a la acidez de este suelo, los nutrientes no pueden ser asimilables, es decir, este es un suelo pobre donde las especies pueden tener muchas dificultades para crecer.

Caracteres diagnósticos

- Capa de materia orgánica de 20 a 30 cm (figura 15).
- Baja compactación, por lo que es fácil de penetrar.
- El suelo con el nivel más alto de acidez y acidez intercambiable.



a) Marcada diferencia entre el primer y segundo horizonte. El primero de color oscuro y el segundo de colores blanquecinos. b) Diferencia de tonalidades de rojo entre el primer y segundo horizonte.

Figura 20: Diferencia de colores entre el primer y segundo horizonte.

Tabla 14: Resultados del análisis de suelos de la parcela P-PA

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Montano Alto	Montano Alto
CÓDIGO	P-PA	P-PA
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón- Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón- Chanchamayo
Referencia **	De Rutté, J. 2016	De Rutté, J. 2016
pH (1:1)	4.42	5.25
C.E (1:1) dS/m	0.06	0.03
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	8.71	3.66
P ppm	2.70	3.40
K ppm	35.00	28.00
Clase textural	A. Fr.	A. Fr.
Densidad (g/cm³)	0.68	0.89
Penetrabilidad (kg/cm²)	1.00 (Fácil)	
CIC meq/100g	25.92	17.60
Ca +2 meq/100g	0.41	0.62
Mg +2 meq/100g	0.22	0.20
K + meq/100g	0.14	0.08
Na + meq/100g	0.08	0.10
Al +3+H+ meq/100g	3.40	0.40
Saturación de bases (%)	3.00	6.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Rutté (2016). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.7. BOSQUE DE LADERA (P-PL)

Ubicación: Bosque de Conservación Puyu Sacha, APRODES, Valle de Chanchamayo, 2100 msnm.

Zona de vida: Bosque muy húmedo Montano bajo Tropical

Descripción

El suelo ubicado en el bosque de ladera (Tabla 15) es fuertemente ácido, en especial en el primer horizonte, lo que puede reducir la disponibilidad de los macronutrientes como lo son el nitrógeno, fósforo y potasio en los primeros 20 cm del suelo, obligando a las especies a desarrollar sus raíces hacia las siguientes capas de suelo. Además, este suelo presenta elevados niveles de materia orgánica la cual puede favorecer la microestructura, pero a la vez acidificar los suelos; esta característica de niveles altos de materia orgánica es constante en los bosques de Puyu Sacha. Asimismo, los valores encontrados para la CIC y saturación de bases, 16 meq/100g y 26% respectivamente, nos indica que es un suelo que puede presentar dificultades para la nutrición de las especies vegetales. Por último, el nivel de fósforo asimilable por las plantas es bajo (4.8 kg por hectárea) lo cual significa una gran limitante para la nutrición de las plantas, a pesar de que el nivel de potasio sea aceptable (129.8 kg por hectárea) (Anexo 8).

Análisis comparativo

Como se ha mencionado, en esta parcela de ladera el suelo es fuertemente ácido, a diferencia de su contraparte en el Fundo Génova (P-GL) que presentaba valores bajos de acidez (moderadamente ácida), lo cual podría deberse a las condiciones climáticas de Puyu Sacha, es decir a la mayor precipitación y humedad atmosférica que existe en este tipo de bosque, a diferencia del bosque P-GL, el cual puede pasar por periodos muy secos. Esta misma diferencia ocurre con el contenido de materia orgánica, ya que en esta parcela se observan valores altos (5 %) a diferencia de su homóloga (un nivel bajo aproximado de 2%), lo cual puede inferirse que también depende del clima y de la temperatura, en Puyu Sacha se tiene una temperatura templada a fría la cual no ayuda a descomponer rápidamente la materia orgánica, en cambio en La Génova, la temperatura la mayor parte del año es alta, por lo que la descomposición se realiza más rápido.

Se puede resumir que, a pesar que esta parcela no posee los valores más críticos de acidez, las condiciones no son las más adecuadas para que las especies crezcan en esta ladera, ya que no podrán acceder fácilmente a los nutrientes del suelo.

Caracteres diagnósticos

- Capa superficial con contenido de materia orgánica y hojarasca
- Presencia de macrofauna.
- Suelo pedregoso.
- Mayor acidez y materia orgánica (figura 20) que su homóloga en el Fundo Génova.



1° Horizonte: mayor contenido de materia orgánica y raíces. Aproximadamente 25 cm.

2° Horizonte: contenido de areniscas y piedras.

Figura 21: Perfil del suelo de la parcela de ladera (P-PL).

Tabla 15: Resultados del análisis de suelos de la parcela P-PL

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque de Ladera 1	Bosque de Ladera 1
CÓDIGO	P-PL	P-PL
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Referencias **	Honorio, E. y Reynel, C. 2004	Honorio, E. y Reynel, C.2004
pH (1:1)	4.94	5.13
C.E (1:1) dS/m	0.18	0.08
CaCO3 (%)	0.00	0.00
M.O (%)	6.90	3.33
P ppm	2.70	2.40
K ppm	88.00	50.00
Clase textural	A. Fr.	A. Fr.
Densidad (g/cm3)	0.72	0.80
Penetrabilidad (kg/cm2)	2.50 (Medio)	
CIC meq/100g	18.08	14.08
Ca +2 meq/100g	3.04	1.82
Mg +2 meq/100g	0.83	0.47
K + meq/100g	1.00	1.02
Na + meq/100g	0.12	0.10
Al +3+H+ meq/100g	0.80	0.10
Saturación de bases (%)	28.00	24.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Honorio y Reynel (2004). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.8. BOSQUE DE LADERA ALTA (P-PL2)

Ubicación: Bosque de Conservación Puyu Sacha, APRODES, Valle de Chanchamayo, 2078 msnm.

Zona de vida: Bosque húmedo Montano Bajo Tropical

Descripción

Este bosque de ladera alta (Tabla 16), tiene un suelo moderadamente ácido; además presenta valores altos (5%) de materia orgánica en el primer horizonte, la cual además de conferir al suelo una mejor estructura y aportar nutrientes, también puede ser una fuente de acidez. Otra característica resaltante de este tipo de suelo es la disponibilidad de las plantas de obtener potasio (Anexo 9), ya que presenta el valor más alto de potasio disponible (175 ppm) en el primer horizonte, y a pesar de los valores bajos de fósforo (5.4 ppm), estos son mejores en comparación a las otras parcelas ubicadas en Puyu Sacha. El valor de su CIC es medio, por lo que se presume que es un tipo de suelo más fértil que el suelo de la parcela en ladera P-PL. Adicionalmente a esto, ya que posee una densidad y una penetrabilidad notablemente baja, así como niveles bajos de acidez intercambiable ($Al^{+3} H^+$), se podría decir que las raíces de los árboles podrán desarrollarse sin mayor dificultad para hacer uso de los nutrientes que estén disponibles.

Análisis comparativo

Este tipo de suelo posee características similares al bosque de ladera 1 (P-PL), ya que es un tipo de suelo que tiende a ser fuertemente ácido, con un pH mayor al bosque de ladera por 1 unidad. La principal diferencia entre este suelo de ladera alta (P-PL2) con el otro (P-PL), es la disponibilidad de las plantas de obtener potasio, ya que en esta parcela se encuentran los valores más altos de potasio disponible en comparación a las otras parcelas ubicadas en Puyu Sacha. Otra diferencia entre las parcelas en ladera, es la disponibilidad de nutrientes la cual es mayor en esta parcela (P-PL2).

En otras palabras, en este tipo de bosque a pesar que esté en ladera, puede albergar potencialmente un gran número de especies y de individuos, incluso mayor que la parcela P-PL, debido al mayor contenido de nutrientes. Sin embargo, esto no se ve reflejado con el índice de Fisher, el cual es menor para esta parcela (Tabla 18 y figura 24), lo cual indica que en este caso, la diversidad en especies responde a factores ajenos a las características del suelo, como son el clima o mecanismos propios de la especie.

Caracteres diagnósticos

- Primer horizonte con gran cantidad de raíces y materia orgánica (figura 20).
- Baja predregosidad.
- Posee los niveles más altos de potasio disponible en el primer horizonte entre las parcelas evaluadas
- Parcela con buena fertilidad, con excepción en las cantidades de fósforo.



Figura 22: Perfil del suelo de la parcela en ladera alta (P-PL2)

Tabla 16: Resultados del análisis de suelos de la parcela P-PL2

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque de Ladera Alta 2	Bosque de Ladera Alta 2
CÓDIGO	P-PL2	P-PL2
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Referencia **	Llacsahuanga, J. 2015	Llacsahuanga, J. 2015
pH (1:1)	5.85	5.58
C.E (1:1) dS/m	0.25	0.09
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	5.30	2.45
P ppm	5.40	5.20
K ppm	175.00	115.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	0.89	0.78
Penetrabilidad (kg/cm²)	2.50 (Medio)	
CIC meq/100g	23.52	17.60
Ca +2 meq/100g	6.95	2.82
Mg +2 meq/100g	0.82	0.37
K + meq/100g	0.37	0.34
Na + meq/100g	0.11	0.08
Al +3+H+ meq/100g	0.30	0.40
Saturación de bases (%)	35.00	21.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Llacsahuanga (2015). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

1.9. BOSQUE DE RIBERA (P-PR)

Ubicación: Bosque de Conservación Puyu Sacha, APRODES, Valle de Chanchamayo, 2275 msnm.

Zona de vida: Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical

Descripción

El suelo del bosque de ribera (Tabla 17) es muy fuertemente ácido y posee altos niveles de materia orgánica, en especial en el primer horizonte del suelo. Asimismo, en los primeros 20 cm de profundidad se observa niveles óptimos de potasio (102 ppm) lo cual favorece el crecimiento y la resistencia de la vegetación; sin embargo presenta niveles bajos de los otros macronutrientes como el fósforo, calcio, magnesio y sodio. Por otro lado, presenta niveles elevados de acidez intercambiable, lo cual puede resultar dañino para las plantas, en especial para el crecimiento radicular. Esta acidez puede deberse a los procesos de erosión que sufre al estar ubicada en un lugar con pendiente pronunciada y cercana a un río; además el alto nivel de predregosidad y poco material edáfico, también puede resultar negativo para las especies que logren crecer en este ambiente. Por último, su nivel de bases es muy bajo lo que confirma, en conjunto con su nivel de CIC (bajo), que es difícil la adquisición de nutrientes para las especies vegetales (Anexo 10).

Análisis comparativo

Como se menciona, este suelo es muy fuertemente ácido, característica en común entre las parcelas ubicadas en Puyu sachá. Esta parcela presenta un nivel muy alto de acidez intercambiable, similar al caso de la parcela montano alto (P-PA) y posee una pendiente pronunciada, al igual que la parcela de ladera de colinas ubicada en el Fundo Génova (P-GL).

Las características expuestas nos permiten predecir que, debido a las condiciones de: acidez, la pendiente pronunciada, el reducido material edáfico y el elevado nivel de predregosidad (figura 22); las especies vegetales se desarrollarán con mucha dificultad en este tipo de suelo.

Caracteres diagnósticos

- Muy pedregoso y de fuerte pendiente.
- Primer horizonte muy superficial con gran cantidad de raíces
- Segundo horizonte con presencia de material parental.



Figura 23: Fotografía tomada en vista frontal de la calicata en el bosque de ribera

Tabla 17: Resultados del análisis de suelos de la parcela P-PR

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque de Ribera	Bosque de Ribera
CÓDIGO	P-PR	P-PR
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Referencia **	Antón, D. y Reynel, C. 2004	Antón, D. y Reynel, C. 2004
pH (1:1)	4.58	4.95
C.E (1:1) dS/m	0.26	0.12
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	7.32	4.33
P ppm	4.00	3.50
K ppm	102.00	76.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	0.76	0.86
Penetrabilidad (kg/cm²)	3.00 (Medio)	
CIC meq/100g	17.60	14.40
Ca +2 meq/100g	3.47	2.31
Mg +2 meq/100g	1.23	0.80
K + meq/100g	0.53	0.46
Na + meq/100g	0.08	0.07
Al +3+H+ meq/100g	0.90	0.50
Saturación de bases (%)	30.00	25.00

FUENTE: Elaboración propia

** El levantamiento de la parcela fue realizado por Antón y Reynel (2004). Los resultados de caracterización edáfica han sido obtenidos en la presente investigación.

Análisis General

Al realizar un análisis de forma general de todas las parcelas evaluadas, se puede decir que son suelos predominantemente ácidos, con baja cantidad de nutrientes y un contenido de materia orgánica que va desde la clasificación de baja a alta, ello coincide con Palacios (2008) que en base a un análisis de fertilidad realizado en el 2006 sostiene que las zonas de Chanchamayo poseen suelos fuertemente ácidos, muy ligeramente salinos con un contenido de materia orgánica medio.

Por otro lado, al analizar en conjunto las características edáficas de las 9 PP evaluadas, se puede decir que las mejores parcelas para el crecimiento de especies vegetales son las parcelas del *bosque cumbre de colina* (La Génova, P-GC), del *bosque secundario tardío* (La Génova, P-GBST) y el *bosque de ladera alta* (Puyu Sacha, P-PL2), ya que presentarían mayor aporte de nutrientes y una acidez tolerable para especies forestales (Anexo 20). Del otro lado, las parcelas que ofrecerían características hostiles para las especies, son las del *bosque montano alto* (Puyu Sacha, P-PA) por su alto nivel de acidez y toxicidad; el *bosque subxerófito* (La Génova, P-GSX) por el suelo ácido, su bajo nivel de nutrientes y su compactación, y el *bosque secundario* (La Génova, P-LGSEC2) por estar altamente cementado, poseer poca materia orgánica y bajos nutrientes.

Como se aprecia en la tabla 18 y figura 24, aquellas parcelas permanentes que son consideradas las mejores para albergar especies, se encuentran en buenas posiciones respecto al índice de diversidad de Fisher (a excepción del bosque secundario tardío) y las parcelas consideradas como desfavorables para el crecimiento, se encuentran en los 3 últimos lugares de la tabla 18, lo que reforzaría los resultados del análisis realizado.

Sin embargo es importante señalar que el índice de Fisher, muestra en algunos casos, parcelas que presentan buenas condiciones edáficas, en base a los análisis agronómicos empleados, pero que tienen baja diversidad, como es el caso del bosque secundario tardío (P-GBST) que se encuentra en el número 6 en cuanto a diversidad (Tabla 18) cuando sus características edáficas no llegan a ser tan hostiles; o como parcela de ladera alta (P-PL2) que a pesar de tener mejores condiciones edáficas que la parcela en ladera 1 (P-PL), está en el puesto 4 cuando esta última (P-PL) ocupa el primer lugar en el orden de diversidad. Esto podría deberse a condiciones externas a la fertilidad del suelo, como son el clima, agentes dispersadores o a un proceso llamado “reciclaje directo” de nutrientes (Clinebell *et al.* 1995) donde las especies de bosques maduros obtienen sus nutrientes directamente de las hojarasca, sin dejar que los nutrientes lleguen al sustrato. Por otro lado, Clinebell *et al.* (1995), también señala que la precipitación y la estacionalidad de éstas explican mejor la variación de la diversidad de especies que cualquier otra variable.

2. ANÁLISIS DE DIVERSIDAD CON LAS CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

Para los resultados que se muestran a continuación, se realizó el análisis de variable por variable (figura 23) entre la diversidad de las parcelas representando por el índice alfa de Fisher, en función de cada característica edáfica.

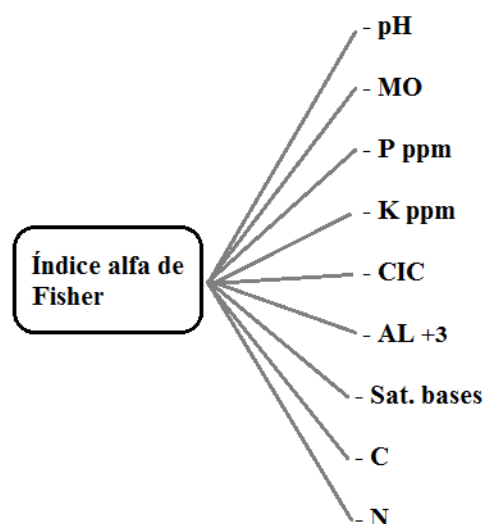


Figura 24: Esquema del análisis realizado variable por variable

FUENTE: *Elaboración propia.*

2.1. ANÁLISIS ENTRE LAS VARIABLES EDÁFICAS Y LA DIVERSIDAD

Como se menciona previamente, se utilizó el índice alfa de Fisher, ya que este índice permite desprestigiar el número de individuos y la extensión de la parcela, para sí obtener un valor neutral. En la tabla 18, se muestra en orden descendente las parcelas con mayor diversidad (según el alfa de Fisher) desde parcela en ladera 1 (P-PL) hasta la parcela del bosque subxerófito (P-GSX).

Tabla 18: índice de Fisher en contraste con el número de especies por hectárea.

N°	NOMBRE DE LA PARCELA	Ubicación	Publicación	Índice de Fisher	Número de especies por hectárea
1	Bosque de Ladera 1 (P-PL)	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Honorio, E. y Reynel, C.	57.02	147
2	Bosque de Cumbre de colinas	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Antón, D. y Reynel, C.	52.47	124
3	Bosque de Ribera (P-PR)	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Antón, D. y Reynel, C.	47.08	118
4	Bosque de Ladera Alta 2 (P-PL2)	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Llacsahuanga, J.	39.68	115
5	Bosque de Ladera de colinas (P-GL)	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.	38.99	90
6	Bosque secundario Tardío (P-GBST)	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Almeyda, A.	27.41	89
7	Bosque secundario (P-LGSEC)	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Cuenca, V.	23.31	71
8	Bosque Montano Alto (P-PA)	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	De Rutté, J.	15.20	55
9	Bosque Subxerófito (P-GSX)	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Palacios, S.	7.74	29

FUENTE: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura 24, tanto al evaluar con el índice Fisher o con el número de especies por hectárea, la parcela menos diversa es la subxerófito y la más diversa es la parcela en ladera 1. Debido a que este indicador, desprecia el área evaluada y el número de individuos, el valor que se obtiene adquiere mayor veracidad.

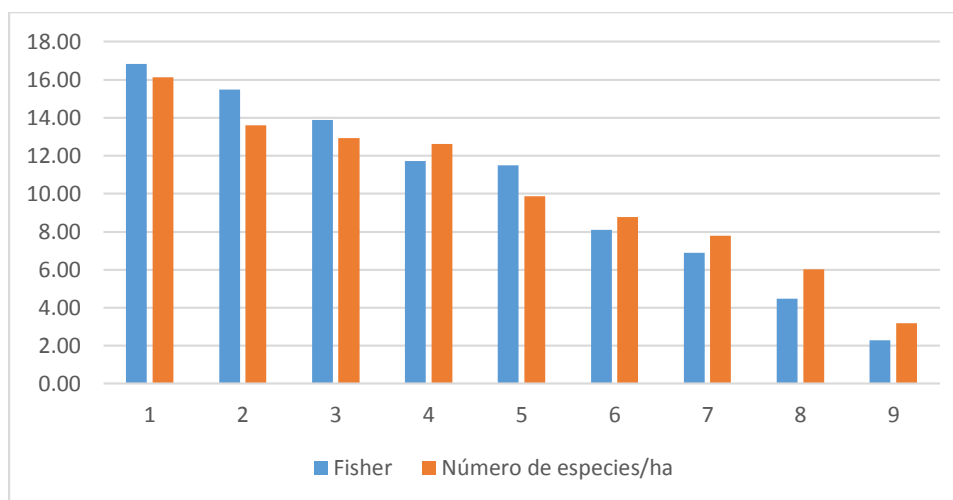


Figura 25: Gráfico comparativo entre el índice de Fisher y el número de especies por hectárea.

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 19, se puede observar los valores obtenidos a partir del análisis de correlación, donde se aprecia que el factor edáfico que mayor influencia ha tenido sobre la diversidad ha sido el *potencial hidrógeno* ($r^2= 0.79$) y luego la *acidez intercambiable* ($r^2= 0.29$), lo cual coincide con los resultados obtenidos por Sollins (1998) que señala que uno de los principales factores edáficos que influencia en la distribución de especies es la acidez intercambiable y con ello el pH. Otra variable que se debe tener en cuenta es el contenido de carbono del suelo, ya que a pesar que su correlación es baja, se puede identificar asociaciones con la diversidad. Las demás variables edáficas han obtenido coeficientes de determinación no significativos, es por ello que se optó por analizar los valores obtenidos por grupo de parcelas y encontrar características afines o comunes entre ellas.

Tabla 19: valores encontrados del coeficiente de determinación (r²) en función de la variable respuesta de número de especies por hectárea.

<i>Variable Y</i>	<i>Variable X</i>	<i>Coeficiente de determinación (r²)</i>	<i>ANEXO</i>
Número de individuos por hectárea	Acidez (pH)	0.793	Anexo 11
	Materia orgánica	0.039	Anexo 12
	Fósforo (ppm)	0.017	Anexo 13
	Potasio (ppm)	0.001	Anexo 14
	Capacidad de intercambio catiónico	0.001	Anexo 15
	Acidez intercambiable (Al +3 H +1)	0.292	Anexo 16
	Saturación de bases	0.075	Anexo 17
	Carbono	0.175	Anexo 18
	Nitrógeno	0.041	Anexo 19

FUENTE: Elaboración propia

2.1.1. POTENCIAL HIDRÓGENO

Como se observa en la tabla 20 y anexo 11, se ha encontrado una alta relación positiva ($r^2=0.79$) entre el nivel de pH por hectárea y el índice de diversidad de Fisher con 7 de las 9 parcelas evaluadas. Las parcelas de bosque de ribera (P-PR) y bosque de ladera (P-PL) no fueron consideradas en el análisis debido a que son casos que deben ser analizados por separado por sus características particulares. En cuanto a las 7 parcelas evaluadas, su coeficiente de determinación (0.79) indica que el 79% de la variación de la diversidad de es explicada por el pH del suelo.

En estos suelos forestales, al aumentar el pH (acercarse a la neutralidad) la cantidad de especies aumentan ya que una mayor cantidad de nutrientes se encuentran en su forma asimilable; mientras que al disminuir el pH (aumentar la acidez) el número de especies disminuye, debido a que muchos nutrientes pasan a su forma no disponible (USDA 1999). Esta relación concuerda con Teixeira (2000) quien señala una correlación significativa entre la riqueza de especies y el pH del suelo.

Sin embargo, como se menciona previamente, hay parcelas que no cumplen con estas características, como es el caso de la parcela del **bosque de ladera (P-PL)** y del **bosque de ribera (P-PR)**; que poseen un elevado nivel de acidez y un elevado número de especies, esto podría deberse a que, a pesar que el suelo ácido disminuye la disponibilidad de nutrientes, está relacionado a climas con abundante precipitación y materia orgánica, lo cual favorece el crecimiento de las especies forestales. En cambio, suelos que tienden a la alcalinidad, se encuentran en zonas con bajas precipitaciones lo cual no favorece a la presencia de especies forestales.

Tabla 20: Datos del pH y del alfa de Fisher por hectárea de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	pH (1:1) promedio por hectárea	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	6.8	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	6.3	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	5.6	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	5.3	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	5.2	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	4.8	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	5.0	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	5.7	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	4.8	47.08

FUENTE: Elaboración propia

2.1.2. MATERIA ORGÁNICA

La relación entre el contenido de materia orgánica y el número de especies (tabla 21 y anexo 12), posee un coeficiente de determinación de 0.03, por lo que no es significativo para el análisis. En otras palabras, el contenido de materia orgánica no tiene una fuerte influencia en la diversidad de especies en las parcelas evaluadas, un resultado similar obtuvieron Quinto y Moreno (2014), ambos mencionan que la materia orgánica posee una baja correlación lineal con la diversidad.

A pesar del bajo nivel de correlación (Anexo 12), se analizó este parámetro para buscar características comunes entre las parcelas. Se encontró que aquellas que poseen un alto nivel de materia orgánica son las que están ubicadas en Puyu Sacha (Pichita): *bosque montano alto* (P-PA), *bosque de ladera* (P-PL), *bosque de ladera alta* (P-PL2) y el *bosque de ribera* (P-PR), cuyas temperaturas oscilan entre 10 a 20 °C y donde la precipitación puede sobrepasar los 4000 mm (Holdridge 1987), es por ello que ocurre una acumulación de materia orgánica. Lo contrario sucede con las parcelas ubicadas en el Fundo Génova, donde el nivel de materia orgánica es de medio a bajo, probablemente debido a una tasa de descomposición mayor que en Puyu Sacha a causa de una mayor temperatura (24°C).

Tabla 21: Valores de materia orgánica (%) y el índice de Fisher de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	MO (%) promedio por parcela	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	2.7	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	1.9	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	2.0	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	2.0	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	2.5	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	6.2	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	5.1	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	3.9	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	5.8	47.08

FUENTE: Elaboración propia

2.1.3. FÓSFORO Y POTASIO

En el análisis realizado de las 9 parcelas, el coeficiente de correlación entre el fósforo y potasio con el índice de Fisher resultó no significativo (0.016 para fósforo y 0.001 para potasio). Es decir que para las parcelas evaluadas, estos nutrientes no han tenido una fuerte influencia con la diversidad.

En cuanto al fósforo (tabla 22 y anexo 13), los resultados obtenidos eran muy diversos. Las dos parcelas con mayor contenido de este nutriente, respecto a las demás, se encontraban en bosques totalmente diferentes (6.7 ppm en el bosque secundario tardío -P-GBST y 5.3 ppm para el bosque de ladera alta) y poseían una diversidad media, en relación a las demás parcelas. Asimismo, Quinto y Moreno (2014), señalan que el fósforo posee una baja asociación lineal con las variables de diversidad, lo cual coincide con nuestro resultado.

Por otro lado, se encontró una correlación positiva entre las parcelas de *cumbre de colinas* (P-GC), *ladera de colinas* (P-GL), *bosque secundario* (P-LGSEC 2), *bosque montano alto* (P-PA) y *bosque de ladera* (P-PL), con el contenido de potasio (Tabla 23 y anexo 14). Es decir que a mayor contenido de potasio, se encontró mayor diversidad; sin embargo como este resultado se ha realizado en base a 5 parcelas, no puede ser tomado en cuenta como un factor influyente en la diversidad.

Se debe tener presente que nuestra relación, contrasta con los resultados de Clinebell *et al.* (1995), quienes encontraron una relación negativa o inversa entre la diversidad y el potasio, es decir que a mayor diversidad, menores niveles de potasio, esto se explicaba en base a la precipitación, ya que las parcelas con mayor cantidad de especies eran las que tienen los valores más altos de precipitación anual. Esto no se ha visto reflejado en nuestros resultados, lo cual pudo deberse a que las variables de *pH* y *altitud* han tenido mayor influencia en la diversidad. Este es el caso de la parcela montano alto (P-PA) que posee un bajo nivel de potasio y un bajo nivel de diversidad, que puede deberse a su altitud ya que como señala Ramírez (2015) la diversidad disminuye conforme aumenta la gradiente altitudinal. Otro ejemplo es el de la parcela cumbre de colinas (P-GC) que posee altos contenidos de potasio y de diversidad, en este caso la alta diversidad puede haber estado influenciada al pH neutro que permite el crecimiento de mayor cantidad de especies.

Tabla 22: Valores de fósforo (ppm) y el índice de Fisher de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	P ppm promedio por parcela	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	2.3	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	2.6	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	2.3	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	6.7	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	3.2	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	3.1	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	2.6	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	5.3	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	3.8	47.08

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 23: Valores de potasio (ppm) y el índice de Fisher de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	K ppm promedio por parcela	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	57.0	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	51.0	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	43.0	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	151.5	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	104.0	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	31.5	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	69.0	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	145.0	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	89.0	47.08

FUENTE: Elaboración propia

2.1.4. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO -CIC

El coeficiente de determinación calculado para la relación entre el CIC y el índice de Fisher (Tabla 24) ha sido de 0.003, por lo que no influye por sí mismo en la diversidad de especies. Como se menciona previamente, esta baja correlación también podría deberse a otros factores que también ejercen su influencia sobre las especies vegetales, como es el caso de la altitud, el clima, el pH y el relieve. Quinto y Moreno (2014), también obtuvieron una baja correlación entre el CIC y la diversidad, lo cual sirve de respaldo a nuestros resultados.

Se ha observado (Anexo 15) que las 3 parcelas (bosque secundario tardío – P-GBST; bosque montano alto-P-PA y bosque de ladera alta – P-PL2) que poseen un CIC por encima del promedio (mayor a 18 meq/100gr) no son las que tienen mayor diversidad. Al tratar de encontrar similitudes entre estas parcelas, se encontró que 2 de ellas (P-PA y P-PL2) pertenecen al bosque Puyu Saca, que se encuentra a una mayor altitud y con mayor precipitación y por ende acidez; lo cual también reforzaría la teoría que la diversidad de especies disminuye con la altitud y con pH ácido (Teixeira 2000)

Por otro lado, las parcelas que poseen mayor diversidad (bosque de ladera –P-PL; bosque de cumbre de colinas –P-GC; bosque de ribera – P-PR y bosque de ladera de colinas –P-GL), tienen un CIC por debajo del mínimo. Es por ello que se puede presumir, que la abundancia de especies en estas parcelas no se debe a la disponibilidad de nutrientes, sino a otros factores como son el pH del suelo, sobre todo para el caso de las parcelas P-GC y P-GL, y al clima o humedad como es el caso del bosque P-PL y P-PR.

Tabla 24: Valores de materia orgánica (%) y el índice de Fisher de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	CIC (meq/100g) promedio por parcela	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	16.8	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	15.0	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	13.0	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	18.5	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	14.0	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	21.8	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	16.1	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	20.6	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	16.0	47.08

FUENTE: *Elaboración propia*

2.1.5. ACIDEZ INTERCAMBIABLE

En cuanto a la acidez intercambiable (tabla 25), se encontró un coeficiente de determinación de 0.279, lo que indica que 28% de la variación de la diversidad está explicada por la acidez intercambiable. Sollins (1998), también menciona a la acidez intercambiable ($Al^{+3} H^+$) como una de las variables más influyentes en la diversidad y que está relacionada inversamente con el pH; es decir mientras más alcalino sea un suelo, menor contenido de Al^{+3} tendrá.

Debido a que la relación es negativa (Anexo 16), a mayor diversidad, menor acidez intercambiable debe existir. Esto se debe a que la acidez intercambiable es perjudicial para el crecimiento de las plantas al dañar o inhibir el crecimiento radicular (Oliva 2009).

Las parcelas que poseen un valor alto de acidez intercambiable, son aquellas que han obtenido valores bajos de diversidad, como es el caso del *bosque montano alto* (P-PA). Lo contrario ocurre con las parcelas que no tienen acidez intercambiable, ya que estas poseen uno de los valores más altos de diversidad, como el caso del *bosque de cumbre de colinas* (P-GC).

Tabla 25: Valores de materia orgánica (%) y el índice de Fisher de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	Al⁺³ H⁺ (meq/100g) promedio por parcela	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	0.0	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	0.0	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	0.2	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	0.2	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	1.0	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	1.9	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	0.5	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	0.4	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	0.7	47.08

FUENTE: Elaboración propia

2.1.6. SATURACIÓN DE BASES

La variación de la diversidad por parcelas, no puede ser explicada directamente por el porcentaje de saturación de bases (Tabla 26 y Anexo 17), ya que su coeficiente de determinación no resulta significativo ($r^2=0.075$). Como se menciona previamente, la diversidad, expresada por el índice alfa de Fisher, puede estar influenciada de otros factores además del factor edáfico como son el clima, la altitud, el drenaje, entre otros.

Sin embargo, a pesar de esta baja correlación, puede observarse que las 4 parcelas ubicadas en el Fundo Génova (*cumbre de colinas* –P-GC; *ladera de colinas*-P-GL; *bosque secundario* –P-LGSEC2 y *bosque secundario tardío* –P-GBST) poseen un porcentaje de saturación de bases mayor al 50% (Anexo 17); asimismo, estas parcelas poseen un pH alto en comparación a la parcela del *bosque subxerófito* (P-GSX) y a las parcelas ubicadas en el bosque de Puyu Sacha.

Las parcelas que poseen un porcentaje de saturación de bases muy bajo (menor al 40%) son las que se encuentran en el bosque de Puyu Sacha (*bosque montano alto*-P-PA; *bosque de ladera* –P-PL; *bosque de ladera alta* –P-PL2; y *bosque de ribera* –P-PR); excepto por la del *bosque subxerófito* (P-GSX) que se encuentra en el Fundo Génova. Esto nos indica que la saturación de bases está relacionado con el pH de las parcelas, lo cual coincide con lo señalado por Garrido (1993) que menciona que los suelos ácidos poseerán menor cantidad de bases y viceversa. Asimismo, se puede presumir que estará relacionado con el tipo de clima y precipitación, ya que a mayor precipitación; mayor acidez y menor porcentaje de saturación de bases, y viceversa.

Tabla 26: Datos de saturación de bases (%) y el número de especies por hectárea de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	Sat. De bases promedio por parcela	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	78.5	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	95.5	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	59.5	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	59.5	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	26.5	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	4.5	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	26.0	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	28.0	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	27.5	47.08

FUENTE: *Elaboración propia*

2.1.7. CARBONO Y NITRÓGENO DEL SUELO

En cuando al contenido de carbono y nitrógeno encontrado en el suelo y su influencia con el número de especies, tenemos los valores hallados en la tabla 27 y 28, respectivamente (Anexo 18 y 19).

Al analizar estos datos, se tiene que el coeficiente de determinación es bajo tanto para la relación de la diversidad con el contenido de carbono ($r^2= 0.106$) como con el de nitrógeno ($r^2= 0.011$). Por lo que la diversidad no guarda una relación directa con estos factores.

En cuanto al contenido de carbono, se debe entender que teóricamente un mayor contenido genera mejores condiciones edáficas y con ello, un mejor crecimiento de especies (Martínez *et al.* 2008). En este caso, a pesar de tener un coeficiente de determinación débil, se puede apreciar una relación positiva entre la diversidad y el contenido de carbono (Anexo 18). Asimismo, se han encontrado similitudes entre grupo de parcelas. Este es el caso de las parcelas ubicadas en el *bosque montano alto* (P-PA), *bosque de ladera* (P-PL) y el *bosque de ribera* (P-PR); las cuales han obtenido el mayor contenido de carbono. Estas parcelas están ubicadas en bosques donde la precipitación es elevada y la temperatura es baja. No obstante, a pesar del gran aporte de nutrientes a estas parcelas, no todas poseen una alta diversidad, como es el caso de la parcela de *bosque montano alto* (P-PA) que a pesar de tener uno de los valores más elevados de contenido de carbono (66.6 Tn/ha), posee valores bajos de diversidad en relación a las demás parcelas. Esto puede deberse a que mientras mayor sea la altitud (como es el caso de esta parcela) existe la tendencia de la disminución de especies (Veintemilla 2013; Ramírez 2015).

Respecto al contenido de nitrógeno, se debe mencionar que la mayoría de suelos forestales son ricos en este nutriente (Sollins 1998). Para nuestro estudio se encontró que de las 2 parcelas que poseen mayor contenido de nitrógeno disponible (*bosque montano alto*-P-PA y *bosque de ribera* -P-PR) el *bosque de ribera* P-PR posee mayor diversidad (47.08), lo cual contrasta con la baja diversidad del *bosque montano alto* P-PA (15.2), esta diferencia podría deberse a la ubicación de esta parcela y al micro clima que generan una mayor humedad para las especies forestales.

Tabla 27: Datos de contenido de carbono y nitrógeno, y el número de especies por hectárea de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	C (Tn/ ha) promedio	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	77.6	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	32.5	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	37.0	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	30.3	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	40.6	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	66.6	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	55.6	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	47.9	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	67.3	47.08

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 28: Valores de materia orgánica (%) y el índice de Fisher de las 9 parcelas evaluadas

N°	Nombre de la parcela	N disponible (kg/ha) promedio	Índice de Fisher
1	Cumbre de colinas (P-GC)	33.9	52.47
2	Ladera de colinas (P-GL)	24.5	38.99
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	27.9	23.31
4	Bosque secundario (P-GBST)	22.8	27.41
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	30.6	7.74
6	Montano Alto (P-PA)	50.2	15.20
7	Bosque de ladera (P-PL)	41.9	57.02
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	36.2	39.68
9	Bosque de ribera (P-PR)	50.8	47.08

FUENTE: Elaboración propia

Análisis general

Entre las variables analizadas, es necesario prestar atención a la relación lineal fuerte y positiva ($r^2= 0.79$) encontrada entre el nivel de pH del suelo con la diversidad, que implica que a mayor acidez del suelo, menor diversidad (riqueza) poseerá y que por contraste, suelos cercanos a la neutralidad (mayor nivel de pH) generan un ecosistema más propicio al crecimiento de las especies y por ende poseen mayor diversidad (Teixeira 2000). Sin embargo, debemos resaltar que existen dos parcelas que no concuerdan con esta relación: la parcela de *bosque de ladera* (P-PL) y la parcela de *bosque de ribera* (P-PR); donde a pesar de la acidez de sus suelos, han tenido valores altos de diversidad (57.02 y 47.08 respectivamente). Esto podría deberse a variables climáticas (en especial la precipitación y la humedad relativa), al relieve y a mecanismos de adaptabilidad de las especies.

También es importante señalar que las parcelas con mayor acidez intercambiable ($Al^{+3} H^+$), es decir la parcela de bosque montano alto (P-PA) y bosque subxerófito (P-GSX), son las que poseen los valores más bajos de diversidad, por lo que se presume que resulta tóxico para un gran número de especies forestales.

Por otro lado, si bien es cierto se encontró que las parcelas que tienden a la neutralidad poseen mayor diversidad que aquellas cuyo pH es ácido; se debe tener en cuenta que las parcelas ubicadas en Puyu Sacha en comparación con las ubicadas en el Fundo Génova, son las que poseen mayor índice de diversidad. Tres de las cuatro parcelas evaluadas en este tipo de bosque poseen un alto índice alfa de Fisher, lo cual podría deberse a una alta humedad atmosférica y a la elevada precipitación, la cual es superior al del bosque del Fundo Génova. Asimismo, es esta elevada precipitación, la que genera mayor cantidad de iones H^+ y conlleva a una disminución del pH.

Esta hipótesis, podría ser reafirmada por Clinebell *et al.* (1995), quienes mencionan que la precipitación y la estacionalidad de ésta explican mejor la variación de la diversidad de especies que cualquier otra variable, es decir, donde exista mayor precipitación anual se tendrá mayor diversidad de especies. Por el otro lado, los factores edáficos del bosque tienen un orden de segunda importancia sobre la riqueza o diversidad de los bosques tropicales, en comparación con la precipitación anual y la estacionalidad de la distribución de lluvias. Solo en bosques con suelo rocoso o *podsoles*, los nutrientes del suelo tienen mayor influencia que la precipitación.

Cabe señalar que nuestros resultados no coinciden totalmente con la afirmación de Clinebell *et al.* (1995) ya que al analizar los factores edáficos en conjunto, a pesar que son muy variables, se encontró que aquellas parcelas con buenos suelos (P-GC, P-PL2 y P-GBST) poseían mayor número de especies. Esta diferencia entre los resultados obtenidos podría deberse a las metodologías usadas para el análisis de diversidad, la colección de muestras de suelo y a la variabilidad geológica natural. Clinebell *et al.* (1995), usaron parcelas 0.1 ha y se ignoró que estas parcelas no poseían un número igual de individuos (lo cual podría cambiar sus resultados). Además, de las 69 parcelas evaluadas por Clinebell solo se colectaron 3 muestras de suelo mineral por parcelas, que por la variabilidad señalada debieron ser más, y los resultados que se obtuvieron fueron de los primeros 10 cm donde había mayor cantidad de raíces.

Un factor que no suele ser tomado en cuenta, como señala Sollins (1998) es que muchas de las especies forestales llegan a modificar el suelo gradualmente, como es el caso de un gran número de especies de la familia Fabaceae. Esto complica el análisis ya que es difícil saber si las plantas tienen una preferencia por un tipo de suelo o si ellas generan el tipo de suelo según sus necesidades. Además, en la mayoría de estudios no se tiene en cuenta la habilidad de las plantas para obtener nutrientes, ni la variabilidad espacial y temporal del suelo, ya que sus propiedades pueden variar en espacios muy reducidos o según la época del año en que se realiza la evaluación.

A pesar que existen correlaciones entre algunas variables edáficas (pH, Al^{+3} H^+ y contenido de carbono) con la diversidad, la distribución de las especies parece estar gobernada principalmente por procesos aleatorios o biológicos (Quinto; Moreno 2014) o por la exposición de la pendiente, el clima o el drenaje del suelo (Sollins 1998).

En resumen, todo indica que la diversidad de especies arbóreas de los bosques estudiados puede estar relacionada parcialmente por la fertilidad y tipo del suelo; pero existen otros procesos, fuera del alcance de esta investigación, que podrían estar ejerciendo una mayor influencia como es el caso de los procesos biológicos (dispersión y polinización), el clima, el relieve, el drenaje, la exposición de la ladera y la gradiente altitudinal.

2.1.8. DENSIDAD APARENTE Y RESISTENCIA MECÁNICA

En cuanto a la densidad aparente y la resistencia mecánica encontrados en las 9 parcelas de evaluación (Tabla 29), los valores más altos para ambas variables los posee el IRD Fondo Génova, siendo 1.1 a 1.2 g/cm³ de densidad aparente y 4 kg/cm² de resistencia mecánica, contra 0.8 g/cm³ y 2 kg/cm² para el bosque de Puyu Sacha, esto significaría que los suelos del IRD Fondo Génova presentan mayor compactación.

A pesar que a ambos tipos de suelos se les puede considerar dentro del rango de densidad ideal (USDA 1999), al evaluar el contenido de MO (%) se aprecia que este es mayor (5.3%) en aquellos suelos con baja densidad y resistencia mecánica, lo que concuerda con los aspectos positivos que otorga la materia orgánica al suelo, como son la formación de agregados, una mejora en la microestructura del suelo y la reducción de compactación (Garrido 1993).

Tabla 29: Densidad aparente, resistencia mecánica y contenido de materia orgánica del bosque de Fundo Génova y de Puyu Sacha

N°	Área de evaluación	DA (g/cm ³)		RM (kg/cm ²)	MO (%)
		H1	H2		
1	IRD Fondo Génova	1.2	1.1	4	2.2
2	Bosque de Puyu Sacha	0.8	0.8	2	5.3

DA: Densidad aparente | RM: Resistencia mecánica | MO: Materia orgánica

2.2. VARIABLES VINCULANTES

Entre las variables evaluadas, es necesario aclarar que existen variables vinculantes, es decir que están asociadas o que una influye a la otra y viceversa, por lo cual resulta complicado afirmar cuál es la que mayor influencia tiene. Por este motivo, se optó por realizar un análisis general de las características edáficas.

Al analizar en conjunto estas características (Anexo 20), las mejores parcelas para el crecimiento de especies vegetales son las parcelas del **bosque cumbre de colina (Fundo Génova, P-GC)**, el **bosque de ladera alta (Puyu Sacha, P-PL2)** y el **bosque secundario tardío (Fundo Génova, P-GBST)**. Incluso se podría presumir, que al instalar plantaciones en suelos con estas características se obtendrían buenos rendimientos de biomasa.

Por otro lado, las parcelas que ofrecen características hostiles para las especies, son del bosque **montano alto (Puyu Sacha, P-PA)**, del **bosque subxerófito (Fundo Génova, P-GSX)** y el **bosque secundario (Fundo Génova, P-LGSEC2)**.

Finalmente y como se menciona previamente, es difícil determinar que factor edáfico en específico influye directamente en la diversidad de especies en las parcelas ya que no son variables aisladas y entre ellas se guarda alguna relación, pero sin lugar a dudas al analizar los factores en conjunto y determinar cuáles son los mejores suelos, se constata que son aquellos que poseen mayor diversidad.

2.3. ESPECIES Y FAMILIAS MÁS ABUNDANTES

Se realizó un análisis entre las especies y familias más abundantes con las características descritas de cada parcela (Tabla 30). Los resultados de la interpretación y el análisis según especies y familias, se pueden observar en la tabla 31 y 32, respectivamente.

Tabla 30: Especies de mayor importancia ecológica según la parcela evaluada

N°	PARCELA	CÓDIGO	Autor	Índice de Fisher	N° de especies/ha	N° de familias/ha	Especie más abundante	Familia más abundante
1	Cumbre de colinas	LG- GC	Antón, D. y Reynel, C.	52.47	124	48	<i>Inga cinnamomea</i>	Moraceae
2	Ladera de colinas	LG- GL	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.	38.99	90	28	<i>Otoba parvifolia</i>	Moraceae
3	Bosque secundario	P-LGSEC 2	Cuenca, V.	23.31	71	30	<i>Trophis caucana</i>	Moraceae
4	Bosque secundario Tardío	P-GBST	Almeyda, A.	27.41	80	22	<i>Trophis caucana</i>	Moraceae
5	Bosque subxerófito	P-GSX	Palacios, S.	7.74	29	24	<i>Heteropterys laurifolia</i>	Malpighiaceae
6	Bosque Montano Alto	P-PA	De Rutté, J.	15.20	54	19	<i>Weinmannia microphylla</i>	Cunoniaceae
7	Bosque de ladera 1	P-PL	Honorio, E. y Reynel, C.	57.02	147	42	<i>Miconia aureoides</i>	Lauraceae
8	Bosque de Ladera Alta 2	P-PL2	Llacsahuang a, J.	39.68	115	45	<i>Tovomita sp</i>	Lauraceae
9	Bosque de Ribera	P-PR	Antón, D. y Reynel, C.	47.08	118	39	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 31: Análisis de la presencia de especies y el tipo de suelo donde se desarrollan

N°	Nombre científico	Familia	Ubicación	Comentarios
1	<i>Inga cinnamomea</i>	Fabaceae	P-GC: Cumbre de colinas	El género de las ingas (Fabaceae) está preparado para crecer en suelos neutros con bajos niveles de nutrientes y pendientes elevadas, como es el caso de la parcela ubicada en la cumbre de colinas. Su presencia en esta parcela, puede influir a que en el futuro el suelo posea mayor cantidad de nutrientes, lo cual abre espacio a que otro tipo de especies pueda crecer en ese espacio.
2	<i>Otoba parvifolia</i>	Myristicaceae	P-GL: Ladera de colinas	La especie de <i>Otoba parvifolia</i> , al ser capaz de proliferar en una parcela con características tan negativas para el desarrollo de cualquier especie (pendiente elevada, poco material edáfico, bajo nivel de nutrientes, entre otros), puede ser considerada una especie plástica y silvestre. Además puede ser tomada en cuenta para reforestaciones en laderas de montaña o cabeceras de cuencas.
3	<i>Trophis caucana</i>	Moraceae	P-LGSEC 2 y GBST: Bosque secundario y secundario tardío	Esta especie, ha tenido presencia en los suelos de los bosques secundarios y secundarios tardíos del Fundo Génova, los cuales tienen la característica (a diferencia del suelo secundario de PS) de poseer pocos nutrientes y suelos difíciles de penetrar por las raíces.
4	<i>Heteropterys laurifolia</i>	Malpighiaceae	P-GSX: Bosque Subxerófito	<i>Heteropterys</i> es el segundo género más grande de Malpighiaceae, al ser la especie con mayor abundancia en la parcela del bosque subxerófito (P-GSX) puede indicar que resiste suelos ácidos, pobres en nutrientes y con alta compactación. Se tienen registros que demuestran que áreas con estación seca pronunciada y baja precipitación anual pueden poseer altas densidades de estas plantas (Gentry 1991; Parthasarathy <i>et al.</i> 2004; Schnitzer 2005), como sucede en la parcela evaluada.
5	<i>Weinmannia microphylla</i>	Cunoniaceae	P-PA: Montano alto	La <i>Weinmannia microphylla</i> , es una especie que crece en suelos con los niveles más altos de acidez y toxicidad (acidez intercambiable) y donde los nutrientes son muy escasos. Por ende se puede asumir que presenta mecanismos para contrarrestar la toxicidad del aluminio y adaptarse a esta clase de ecosistema.
6	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	P-PL Y PR: Ladera 1 y bosque de Ribera	El género de las miconias, crecerá bien en bosques de ladera y ribera, ya que han tenido una abundancia y dominancia importante en las parcelas ubicadas en esas áreas. Por ello, se podría predecir que estas especies están adaptadas a suelos altamente pedregosos y con pendientes muy elevadas donde las capas de suelos son muy delgadas y el material parental está cercano a la superficie.

<<Continuación>>

N°	Nombre científico	Familia	Ubicación	Comentarios
7	<i>Tovomita</i> sp.	Clusiaceae	P-PL2: Ladera 2	La <i>Tovomita</i> sp. prefiere suelos con buena cantidad de nutrientes, por eso se ha encontrado dominando la parcela de ladera alta, donde el suelo presenta los niveles más altos de potasio disponible (175 ppm) en el primer horizonte. La única dificultad que enfrentaría este género sería la pendiente moderada de la parcela de ladera.
8	<i>Cecropia</i> sp.	Urticácea	P-GBST: Bosque secundario tardío	La <i>Cecropia</i> sp. se ha encontrado en abundancia en suelos del bosque secundario tardío, lo que confirma que esta especie puede llegar a ser una heliófita duradera. Además, también se confirma que es una especie plástica ya que ha podido desarrollarse en suelos con elevada y baja acidez, por ende se puede asumir que presenta mecanismos para contrarrestar la toxicidad del aluminio.

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 32: Análisis de la presencia de familias y géneros según el tipo de suelo donde se desarrollan

N°	Familia	Ubicación	Comentarios
1	Moraceae	P-GC, P-GL, P-LGSEC 2, P-GBST: Cumbre de colinas, ladera de colinas, bosque secundario y secundario tardío.	La familia Moraceae, en especial los géneros de <i>Batocarpus</i> y <i>Trophis</i> , poseen un alto número de individuos en los suelos del Fundo Génova. Se tienen registros donde figuran encabezando las listas de los índices de abundancia en las parcelas de la cumbre de colinas (P-GC), ladera de colinas (P-GL) y bosques secundarios (P-LGSEC2 y P-GBST). Sólo está ausente en el bosque subxerófito (P-GSX), donde la familia que predomina es la Malpighiaceae. Evidenciándose la plasticidad de una versus la otra. La diferencia con la parcela subxerófito y las otras 4 parcelas es que la primera posee suelos con pH más bajo (suelos ácidos), bajos niveles de calcio, un segundo horizonte con altos niveles de acidez intercambiable y un bajo porcentaje de saturación de bases, razones por las cuales los nutrientes no serán fáciles de asimilar por las plantas. Por ende, se puede presumir que las Moráceas tendrán dificultades en crecer en suelos ácidos con las características mencionadas.

<<Continuación>>

N°	Familia	Ubicación	Comentarios
2	Malpighiaceae	P-GSX: Bosque Subxerófito (La Génova)	La familia Malpighiaceae, en especial el género de <i>Heteropterys</i> sp. se encuentra en los suelos del bosque subxerófito del Fundo Génova, el cual posee valores muy bajos de pH y es pobre en nutrientes, además de tener un alto nivel de compactación. Este hecho, nos indica que esta familia, sus géneros y especies puedan crecer correctamente en bosques con características desfavorables para el común de las especies.
3	Cunoniaceae	P-PA: Montano alto	La familia Cunoniaceae, representado por el género de <i>Weinmannia</i> ha crecido en uno de los suelos con mayor nivel de acidez y de acidez intercambiable ($Al^{+3} H^{+1}$), lo cual potencialmente ocasiona problemas de toxicidad. Presumiblemente, esta especie tiene mecanismos capaces de tolerar estas condiciones hostiles.
4	Lauraceae	P-PL Y PL2: Bosque de ladera 1 y ladera alta 2	<p>La familia Lauraceae, en especial los géneros de <i>Ocotea</i> y <i>Nectandra</i>, se ha desarrollado en los bosques ubicados en las laderas. Estos suelos de laderas tiene algunas características similares como el nivel de pH, el cual es ácido (4, 9 a 5,9); el contenido de materia orgánica el cual suele ser alto en los primeros horizontes del suelo de 5.3% a 6.9% y el nivel de CIC que va de mediano a alto. Las diferencias entre las dos parcelas están en el contenido de potasio y en la textura; la parcela en ladera de altura (P-PL2) posee un suelo franco arenoso y un alto nivel de potasio; en cambio la otra parcela en ladera (P-PL) posee un suelo de arena franca y un nivel de bajo a medio de potasio.</p> <p>La parcela de ladera alta (P-PL2) tiene un suelo fértil, por lo que se podría predecir que las lauráceas tienen una preferencia a suelos ricos en nutrientes, en especial de potasio.</p>
5	Melastomataceae	P-PR: Bosque de ribera	La familia Melastomataceae y su género de <i>Miconia</i> ha predominado en primer lugar en el bosque de ribera y en menor intensidad se puede observar en otras parcelas del bosque de Puyu Sacha, por ende son especies capaces de tolerar distintos niveles de acidez (alrededor del 4.5), en la única parcela donde no se ha encontrado encabezando los 5 primeros lugares en abundancia, ha sido en la parcela de ladera 2 o "ladera alta" (P-PL2), contradictoriamente ya que es la parcela con mejores condiciones al crecimiento de especies vegetales.

FUENTE: Elaboración propia

Análisis general

Al analizar las especies con mayor abundancia en parcelas ubicadas en el IRD Fundo Génova, entre aquellas encontradas en el bosque de Puyu Sacha, se puede apreciar que son diferentes entre sí, lo cual podría ser explicado por las características edáficas opuestas de ambas áreas de estudio. Solo el género de *Nectandra* ha aparecido en ambos ecosistemas tan diferentes, similar situación ocurre con las familias de Lauraceae, Moraceae y Euphorbiaceae, que son las de mayor abundancia tanto en La Génova y Puyu Sacha, lo cual reafirmaría la plasticidad de estas familias.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que las especies *Trophis caucana* (Moraceae), *Weinmannia microphylla* (Cunoniaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae) y *Heteropterys laurifolia* (Malpighiaceae), se encuentran encabezando las listas de abundancia en las parcelas con características muy agresivas, como es el caso de la parcela del bosque secundario y secundario tardío (P-LGSEC 2 y GBST), montano alto (P-PA) la parcela del bosque subxerófito (P-GSX), entre otras. En tanto que la *Tovomita* sp. (Clusiaceae), así como algunos géneros de la familia Lauraceae (*Ocotea* y *Nectandra*), se encuentran en suelos con características menos hostiles, como es el caso de la parcela de ladera 2 (P-PL2).

Es importante observar en especial la situación de la especie *Trophis caucana* (Moraceae), ya que ha predominado solo en los dos bosques secundarios evaluados. Mostrando incluso un aumento del bosque secundario al secundario tardío (de 72 a 185 individuos respectivamente), por lo que podría servir como un indicador del estadio sucesional de este tipo de bosque.

Finalmente, se puede observar que *Inga cinnamomea* (Fabaceae) y la *Otoba parvifolia* (Myristicaceae) tienen una gran adaptabilidad para crecer en suelos con pendiente pronunciada ya que han predominado en las parcelas de cumbre de colinas (P-GC) y ladera de colinas (P-GL) del IRD Fundo Génova, que son las parcelas con mayor pendiente y menor espesor de capa edáfica superficial; por lo que las especies mencionadas podrían presentar mecanismos para adaptarse a estos ecosistemas.

2.4. USOS DE LAS ESPECIES REPRESENTATIVAS POR PARCELAS

Debido a la abundancia de las especies encontradas, se ha recabado información acerca de sus usos comerciales, ya que a pesar de su importancia *per sé* al cumplir funciones ecológicas y su aporte al ecosistema, es importante demostrar sus usos comerciales para realzar su valor e importancia y que de esta forma puedan ser valoradas y conservadas (Tabla 33).

A continuación se presenta un listado de las 9 especies más importantes por parcela permanente evaluada.

a) *Inga cinnamomea*

La *inga cinammomea* es un árbol de hoja perenne que puede crecer entre los 10 y 25 m de altura, con un diámetro entre 46 a 60 cm (Lorenzi 2009). El árbol produce una semilla que contiene un aril blanco comestible que rodea a esta y tiene un sabor dulce, por lo que los pobladores locales suelen consumirlo. Además, esta es una de las mejores especies comestibles de Inga, con un arilo grande, dulce y blanco (Lorenzi *et al.* 2000). Otros autores mencionan que el género sirve de sombra para diversos cultivos comerciales, en especial para el cacao y el café, utilizándolo para sistemas agroforestales (CONABIO s.f.).

b) *Otoba parvifolia*

Son árboles de medianos a grandes, con diámetro de hasta 100 cm y altura de 25 m y una copa redonda (Castillo 2010). Esta esta especie es muy valorada en el mercado debido a su mediana densidad 0.61 g/cm³. Se usa generalmente en elaboración de tablas para la construcción, en especial como tablonos los cuales son preservados para prevenir el ataque de hongos e insectos y así usarlos para acabados en viviendas o para muebles de interior (López *et al.* 2014). Además, se debe tener en cuenta que la semilla del fruto también es comestible (IIAP 2017).

c) *Trophis caucana*

La *Trophis caucana* es un árbol de 5 a 10 m de altura y posee un diámetro entre 5 a 20 cm de diámetro. Es conocido por su uso maderable ya que su madera puede ser empleada para postes de cercas (CTFS 2007).

d) *Heteropterys laurifolia*

Se han realizado estudios sobre la capacidad farmacéutica de esta especie, ya que tiene usos medicinales en el tratamiento de afecciones transmitidas por el agua (Martínez 2011). Además, cumple con funciones ecológicas, siendo el alimento de muchas especies (Guadamuz *et al.* 1998).

e) *Weinmannia microphylla*

Árbol de 5.2 m de alto. Esta especie tiene potencial para ser usada en la restauración de bosques. Para su uso industrial, se obtiene de la corteza un tanino de color rojizo para teñir pieles de animal, igualmente se obtiene un colorante negro para entintar lana. Además, el árbol es útil como barrera corta vientos y el extracto de sus hojas y corteza se utiliza para tratamiento de fiebres en ganado (Montes 2011; Castellano-castro, Argenis 2011).

f) *Miconia aureoides*

El árbol de esta especie tiene entre 10 a 12 m de altura y un diámetro aproximad entre 25 a 30 cm. Entre los usos de esta especie, se encuentran la utilización de su madera para construcción, para postes, leña o carbón (Dorfle 2002). Por otro lado, algunas especies de *Miconia* tienen usos medicinales, en especial como vermífugo, para estimular las dilataciones durante el parto, curar dolores de garganta y del cuello, tratar la tuberculosis, dolores de muelas, lesiones bucales, micosis, sarnas y para curar diarrea de niños recién nacidos, e inclusive pueden ser utilizadas como antídoto de picaduras de la hormiga (Freire *et al.* 2002).

g) *Ocotea oblonga*

Árbol de 15 a 30 m de altura, con un diámetro que puede llegar a los 100 cm (Castillo 2010). Su uso es maderable, por lo que se emplea para construcción de casas, postes para cercas y mango de herramientas (Pérez 2008). Por otro lado, un uso peculiar del género de *Ocotea* es para la obtención aceites esenciales para fines terapéuticos (Florian *et al.* 2007).

h) *Nectandra pulverulenta*

Es un árbol de 30-80 cm de diámetro, con una altura que puede llegar hasta los 20 o 30 m. En cuanto a sus usos, se reconoce que su madera es de buena calidad, blanda, liviana, con grano recto a entrecruzado, textura media a gruesa y color amarillento, por lo que es utilizada para construcciones. Asimismo, como posee una durabilidad media también puede usarse para la carpintería y ebanistería (Reynel *et al.* 2003).

i) *Tovomita* sp.

Árbol de entre 8 a 12 m de altura con un diámetro aproximado de 25 cm (Morales 2006). Especies de este género son usadas por sus propiedades medicinales, por ejemplo el té de las flores se utiliza para reducir las diarreas (Roth; Lindorf 2002). Asimismo, se han realizado estudios que demuestran sus propiedades antibacteriales (Nepomuceno 2003).

Tabla 33: Resumen del uso de las principales especies forestales en las parcelas evaluadas

N°	Nombre científico	Nombre común	Familia	Código de parcela	Uso
1	<i>Inga cinnamomea</i>	Inga	Fabaceae	LG- GC	Sus frutos comestibles, y como árbol se usa para la agroforestería.
2	<i>Otoba parvifolia</i>	Cumala roja o aguanillo	Myristicaceae	LG- GL	La semilla del fruto es comestible y su madera es usada en la construcción de diferentes muebles de interior.
3	<i>Trophis caucana</i>	Yanchamilla	Moraceae	P-LGSEC 2	Madera empleada para postes de cercas.
				P-GBST	
4	<i>Heteropterys laurifolia</i>	Churumo	Malpighiaceae	P-GSX	Usos medicinales y como alimento para especies silvestres.
5	<i>Weinmannia microphylla</i>	Encenillo	Cunoniaceae	P-PA	Su corteza se utiliza por contener taninos y su madera para leña, carbón y pequeñas construcciones.
6	<i>Miconia aureoides</i>	Miconia	Melastomataceae	P-PL	Su madera se utiliza para construcciones y sus hojas tienen usos medicinales.
				P-PR	
7	<i>Ocotea oblonga</i>	Sigua	Lauraceae	P-PL	Madera empleada en construcciones locales, postes de cercas y mangos de herramientas. Uso de aceites esenciales como medicina.
8	<i>Nectandra pulverulenta</i>	Moena amarilla			Usada para carpintería, ebanistería y construcción
9	<i>Tovomita sp.</i>	-	Clusiaceae	P-PL2	Usos medicinales.

FUENTE: Elaboración propia

Análisis general

Entre las 9 especies evaluadas, podemos mencionar que la *Nectranda pulvurulenta* y la *Ocotea oblonga* tienen uso comercial, por la oportunidad de ser apreciadas en el mercado de madera para construcciones o carpintería. Otras especies que también podrían usarse por su madera son la *Otoba parvifolia*, *Miconia aureoides* y la *Trophis caucana*, aunque no resultarían tan rentables como las primeras, ya que su madera se usa para leña o para palos de cercas. Por otro lado, la *Inga cinnamomea* puede ser útil para sistemas agroforestales ya que es un género usado como sombra para el café o cacao, mientras que sus ramas pueden servir para obtener madera para leña y sus frutos, que son comestibles, sirven para venta. Finalmente, se debe mencionar que se han realizado estudios sobre las propiedades medicinales de la *Heteropterys laurifolia*, *Weinmannia microphylla*, *Miconia aureoides* y *Tovomita sp.* por lo que se les podría encontrar un mercado como plantas medicinales.

Reconocer los usos y las propiedades de estas especies, puede contribuir al manejo de los bosques. Además, se debe tener en cuenta que muchas de ellas son capaces de crecer en suelos con características edáficas y fisiográficas muy agresivas, por lo que resulta importante realizar estudios más profundos sobre sus posibilidades de crecimiento para restauración de laderas o reforestación en cabeceras de cuencas en áreas que posean características edáficas similares a las parcelas evaluadas, más aún cuando además la instalación de estas especies puede significar un tipo de ingreso para las poblaciones rurales.

V. CONCLUSIONES

1) Los suelos analizados en los diferentes tipos de bosques muestran características diferentes y en algunos casos distintivas, por la variabilidad natural que poseen. Entre las características más saltantes de los bosques analizados, tenemos:

-Lo suelos evaluados en el Fundo Génova, son suelos cuyo pH va de neutro a moderadamente ácido, el contenido de materia orgánica es bajo, su CIC es moderado y la saturación de bases presenta valores altos, además tiene valores altos de resistencia mecánica y densidad aparente.

-Los suelos ubicados en Puyu Sacha, son suelos muy ácidos, con bajos niveles de saturación de bases, donde el contenido de materia orgánica es muy elevado, al igual que su CIC y dónde la resistencia mecánica y densidad aparente son bajos.

- La principal diferencia entre las parcelas ubicadas en el bosque de Puyu Sacha y las del Fundo Génova, son el pH (nivel de acidez), el contenido de materia orgánica, el CIC y la saturación de bases.

- Las parcelas homólogas: *cumbre de colinas* (Fundo Génova, P-GC) y *montano alto* (Puyu Sacha, P-PA) y *ladera de colinas* (Fundo Génova, P-GL) con bosque de *ladera 1* (Puyu Sacha, P-PL) y el bosque de *ladera alta* (Puyu Sacha, P-PL2), presentan características edáficas opuestas.

-Se encontraron similitudes, en cuanto al suelo, entre la parcela *cumbre de colinas* (P-GC) y *ladera de colinas* (P-GL); *bosque secundario* (P-LGSEC 2) y *bosque secundario tardío* (P-GBST); y entre la parcela *de ladera 1* (P-PL) y *ladera alta 2* (P-PL2).

-Las parcelas con características distintivas son la parcela de *cumbre de colinas* (P-GC), con el nivel de pH más alto (más cercano a la neutralidad); el *bosque secundario* (P-LGSEC 2), con el valor más alto de compactación edáfica; la parcela del *bosque subxerófito* (P-GSX), cuyo pH es el menor en el Fundo Génova y la parcela en el *bosque montano alto* (P-PA), que posee el nivel más bajo de pH y el contenido más alto de acidez intercambiable ($Al^{+3} H^+$).

- 2) En cuanto a la correlación entre el índice alfa de Fisher con los caracteres edáficos, se obtuvo que la variable con mayor influencia sobre la diversidad ha sido el pH del suelo; los suelos con pH neutro poseen mayor diversidad que los suelos con pH ácido. La siguiente variable relacionada con la diversidad ha sido la acidez intercambiable; las parcelas sin acidez intercambiable poseen mayor diversidad que aquellas con valores altos.

Las demás variables edáficas (materia orgánica, contenido de fósforo, potasio, carbonos y nitrógeno, CIC y saturación de bases) han obtenido valores de correlación que no resultan significativos.

La baja correlación entre la diversidad y las características edáficas, indica la presencia de otros factores ambientales influyentes, así como mecanismos de adaptación de las especies forestales, los cuales deben ser incluidos en próximas investigaciones.

- 3) Los suelos que, potencialmente, pueden sostener un gran número de individuos vigorosos y una mayor diversidad, están ubicados en el **bosque de la cumbre de colina (Fundo Génova, P-GC), en el bosque de ladera alta (Puyu Sacha, P-PL2) y en el bosque secundario tardío (La Génova, P-GBST)**. Estos suelos presentan condiciones favorables para el crecimiento de especies forestales.
- 4) En el Fundo Génova, ha predominado la familia Moraceae, con las especies de *Batocarpus costaricensis* y *Trophis caucana*, esta última predominando en los bosques secundarios; mientras que en Puyu Sacha ha predominado la familia Melastomataceae y Lauraceae, donde destacan la *Miconia aureoides*, la *Ocotea* sp. y la *Nectandra pulverulenta*.

Las especies *Trophis caucana* (Moraceae), *Weinmannia microphylla* (Cunoniaceae), *Miconia* sp. (Melastomataceae) y *Heteropterys laurifolia* (Malpighiaceae), son tolerantes a condiciones muy agresivas: suelos muy ácidos, con pocos nutrientes, pedregosos y con pendiente. Mientras que la *Tovomita* sp., así como algunos géneros de la familia Lauraceae, como es el caso de la *Ocotea* y *Nectandra*, prefieren suelos con nutrientes donde las condiciones sean favorables para su crecimiento.

Se encontró que la *Inga cinnamomea* (Fabaceae) y la *Otoba parvifolia* (Myristicaceae) tienen una gran adaptabilidad para crecer en suelos con pendiente pronunciada. Se deben tener en cuenta estas especies cuando se desee reforestar cabeceras de cuencas o laderas de montaña con características edáficas similares.

VI. RECOMENDACIONES

- Se requiere estudios con la *Weinmannia microphylla*, en diferentes estratos para comprobar si efectivamente crece en suelos ácidos y tóxicos, y si posee mecanismos que logren reducir la toxicidad de estos.
- Se recomienda realizar ensayos sobre los niveles dañinos de acidez intercambiable ($Al^{+3}H^{+}$) sobre diferentes especies del bosque tropical, en especial las señaladas en el presente estudio.
- Sería recomendable realizar estudios de correlación múltiple con el clima, la gradiente altitudinal, el drenaje, exposición de ladera y el suelo. Con ello se podría obtener un resultado más profundo de las variables influyentes en la diversidad.
- Realizar ensayos con la *Inga cinnamomea* (Fabaceae) y la *Otoba parvifolia* (Myristicaceae) con el fin de comprobar su crecimiento de suelos con elevada pendiente.
- Se recomienda, realizar estudios para evaluar los mecanismos de adaptabilidad de las especies forestales. Ello facilitaría los análisis porque permitiría reconocer si todas las especies tienen preferencia por un tipo de suelo o es que lo crean.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. 2008. Evaluación de la dinámica forestal en una localización del bosque montano de la selva central del Peru. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú. UNALM. 129 p.
- Alegre, J. 2015. Suelos Forestales (entrevista). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Bawa, K.; McDade, L. 1994. The plant community: composition, dynamics, and life-history processes – Commentary. In L. McDade, K.S. Bawa, H. A. Hespeneide y G. S. Hartshorn (Eds.). La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest. The University of Chicago, Chicago, Illinois. 68 p.
- Bazán, R. 1996. Manual para el análisis químico de suelos, aguas y plantas. UNALM. Lima Perú. 45 p.
- Brown, A.; Kappelle, M. 2001. Introducción a los bosques nublados de Latinoamérica. Una síntesis regional. PROYUNGAS. 10 p.
- Barbaro, L.; Karlanian, M.; Mata, D. s/f. Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica (CE) en los sustratos para plantas (en línea). Consultado 03 ene. 2017. Disponible en: [\[http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf\]](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf)
- Berry, P. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques tropicales de Bajura. Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. Libro Universitario Regional. 1^{ra} ed. Cartago, Costa Rica. 14 p.
- Bouza, C.; Covarrubias, D. 2005. Estimación del índice de diversidad de Simpson en *m* sitios de muestreo. Revista Investigación operacional. 26 (2). s.p.
- Bullón, C. 1980. Informe sobre el estudio detallado de suelos. Proyecto Peruano Alemán de Cooperación Técnica - Reforestación en Selva Central, San Ramón, Perú. 30 p.
- Burke, A. 2003. How special are Etendeka mesas? Flora and elevation gradients in an arid landscape in north-west Namibia. J. Arid Environ 55. 747-764 p.

- Burke, I. C., Reiners W. & Olson, R. 1989. Topographic control of vegetation in a mountain big sagebrush steppe. *Vegetation* 84. 77-86 p.
- Cáceres, P.; Reynel, C. 2010. Los árboles de *Ficus* (“Ojé”) del valle de Chanchamayo, Dpto. de Junín, Perú (800 a 2500 msnm). Universidad Nacional Agraria La Molina. 72 p.
- Castellanos-Castro, C.; Argenis, M. 2011. Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en Bordes de avance de un bosque alto andino. Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Bogotá, Colombia. *Acta biológica colombiana*, vol. 16 (1):153-174.
- Castillo, A. 2010. Manual dendrológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona del Alto Huallaga. Cámara Nacional Forestal. 83 p.
- Centro de Ciencias Forestales del Trópico-CTFS. 2007. Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá: *Trophis caucana* (Pittier) C.C. Berg. Consultado 30 jun. 2017. Disponible en: [<http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?leng=spanish&specid=8589>]
- Clinebell, R.; Phillips, O.; Gentry, A.; Stark, N.; Zuuring, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and conservation*. V. 4. 56-90 p.
- CONABIO. S.f. Inga Vera (en línea). Consultado 24 ago. 2017. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/43-legum24m.pdf]
- Contreras, F.; Leño, C.; Licona, J.; Dauber, E.; Gunnar, L.; Hager, N.; Caba, C. 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 60 p.
- Crawley, M. 1997. *Plant ecology*. Second edition. Blackwell Science. Oxford. 720 p.
- Dallmeier, F. 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: methods for establishment and inventory of permanent plots. *MAB Digest* 11. UNESCO, Paris, France. 72 p.
- Dallmeier, F., Foster, R. y Comiskey, J. 1993a. User’s guide to the Manu Biosphere Reserve Biodiversity Plots, Peru. Vols I y II. Smithsonian Institution, Washington DC.
- Dallmeier, F., Foster, R. y Comiskey, J. 1993b. User’s guide to the Manu Biosphere Reserve Biodiversity Plots, Peru. Vols III y IV. Smithsonian Institution, Washington DC.

- De Las Salas, G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Tropical. San José, Costa Rica. IICA. 447 p.
- Dorfle, M. 2002. Árboles de bosque secundario. Comunica Challua Yacu en la vía Hollín – Loreto. Proyecto Gran Sumaco. 33 p.
- Espinoza, L.; Slaton, N.; Mozaffari, M. 2012. Cómo interpretar los resultados de los análisis de suelos. University of Arkansas System (en línea). USA. Consultado 04 ene. 2017. Disponible en: [<https://www.uaex.edu/publications/PDF/FSA-2118SP.pdf>]
- Florian, M.; Quintero, M.; Guette, J.; Baldiris, R.; Jaramillo, B.; Olivero, J. 2007. Evaluación del efecto protector del aceite esencial *Ocotea* sp. frente a los efectos citogenéticos del cadmio sobre raíces de *Allium cepa*. *Scientia et Technica* 13 (33):277-278.
- Food and Agriculture Organization. 2011. Los bosques de montaña, las raíces de nuestro futuro (en línea). Consultado 20 dic. 2015. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountainday/images/SPANISH_brochure_2011.pdf]
- Food and Agriculture Organization. 2015. Los bosques y suelos forestales contribuyen de manera esencial a la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial (en línea). Consultado 03 ene. 2017. Disponible en: [<http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/>]
- Food and Agriculture Organization. S.f. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. 49 p.
- Francis, J. s/f. *Byrsonima spicata* (Cav.) H.B.K. Maricao (en línea). Consultado 04 feb. 2017. Disponible en: [<http://www.bionica.info/biblioteca/Francis%20Byrsonima%20spicata.pdf>]
- Freire, A.; Fernández, D.; Quintana, C. 2002. Usos de la Melastomataceae en el Ecuador. *SIDA* 20(1). Quito- Ecuador. 233-260 p.
- Garrido, S. 1993. Interpretación de análisis de suelos (en línea). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. Consultado 04 ene. 2017. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf]
- Gavilán, R. 1994. Estudio de las relaciones entre la vegetación y el clima en el Sistema Central español. Universidad Complutense de Madrid. España. 367 p.

- Gentry, A. 1987. Tree species richness of upper Amazonian forests. *Ecology. Proceeding of the National Academy of Sciences of USA*. 85(1): 156 – 159.
- Gentry, A. 1991. The distribution and evolution of climbing plants. In Putz, F.E.; Mooney, A. eds. *The biology of vines*. Cambridge University Press. 3-42 p.
- Gentry, A. 1993. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. In Churchill, S.P.; Balsev, H.; Forero, E. y Leteyn, L. eds. *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden. 103-126 p.
- Gentry, A. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (Eds.). *Cambridge University Press*. 146-194 p.
- Grau, H. 2005. Dinámica de bosques en el gradiente altitudinal de las Yungas Argentinas. *Ecología y manejo de los bosques de Argentina (en línea)*. Argentina. Consultado 29 jun. 2015. Disponible en: http://www.csnat.unt.edu.ar/ed/public/investigacion/biologia/Grau2005_BosquesArgentinos.pdf
- Guerrero-Campo, J., F. Alberto, J. Hodgson, J. M. García-Ruiz & G. Montserrat-Martí. 1999. Plant community patterns in a gypsum area of NE Spain. I. Interactions with topographic factors and soil erosion. *J. Arid Environ.* 41. 401-410 p.
- Guadamuz, A.; Espinoza, R.; Masís, A.; Chavarria, F.; Perez, D. 1998. Species Page de *Heteropterys laurifolia* (Malpighiaceae) (en línea). Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica. Consultado 30 jun. 2017. Disponible en [<http://www.acguanacaste.ac.cr>].
- Halffter, G. 1992. La diversidad biológica en Iberoamérica I. CYTED-D. Programa Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Instituto de Ecología, A. C. México. 388 p.
- Hamilton, L., Juvik, J. y Scatena, F. 1995. The Puerto Rico Tropical cloud forest symposium: Introduction and workshop synthesis. Eds. *Tropical Montane Cloud Forest Ecological Studies* 10. Germany. 1-18p.
- Hsieh, C.; F., Z.; Chen, S.; Hsu, M.; Yang, C.; Hsieh, H. 1998. Altitudinal zonation of evergreen broad-leaved forest on Mount Lopei, Taiwan. *J. Veg. Sci.* 9(2): 201-212.

- Holdridge, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Centro Científico Tropical, Costa Rica. 216 p.
- IIAP. 2017. Aguanillo. Guía ilustrada de flora y fauna (en línea). Consultado 30 jun. 2017. Disponible en:[<http://amazonia.iiap.org.pe/especies/ver/442>].
- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., Saito, J., Tovar, A. 2009. Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina. Lima. 100 p.
- Kessler, M; Grytnes JA; Halloy, SRP; Kluge, J; Krömer, T; León, B; Macía, MJ; Young, KR. 2012. Gradientes de Diversidad Vegetal: Patrones y Procesos Locales. In Herzog, SK; Martinez, R; Jorgensen, PM; Tiessen, H. eds. Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales. IAI, São José dos Campos, BR; SCOPE, Paris, FR. 235-253 p.
- Llacsahuanga, J. 2015. Composición y diversidad arbórea de un área en un bosque montano nublado en Puyu Sacha, Chanchamayo, Junín. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Lima- Perú. 57 p.
- Leaño, C.; Saravia, P. 1998. MONITOREO DE PARCELAS PERMANENTES DE MEDICION EN EL BOSQUE CHIMANES. Documento Técnico 67/1998. BOLFOR. Bolivia.
- Lieberman, D; Lieberman, M; Peralta, R; Hartshorn, G.S. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *The Journal of Ecology* 84: 137-152 p.
- Lobato, R. 2009. Climatología Básica (en línea). IMTA. Consultado 29 jun. 2015. Disponible en: [http://galileo.imta.mx/FUPROGRO/doc_eventos/c01_LobatoR_CB.pdf]
- López, R.; Neil, D.; Torres, B.; Guerra, D. 2014. El Doncel (*Otoba parvifolia*) en Napo Napumanta wapa yura (*Otoba parvifolia*). Huellas del Sumaco. Revista socioambiental de la Amazonía Ecuatoriana Universidad Estatal Amazónica. ISSN1390 – 6801. Vol 12. 7 p.
- Lorenzi, H. 2009. *Inga cinnamomea*. Instituto Plantarum De Estudos Da Flora; Brazil.

- Lorenzi, H.; Bacher, L.; Lacerda, M.; Sartori, S. 2000. Instituto Plantarum De Estudos Da Flora LTDA; Brazil. Consultado 10 may. 2017. Disponible en: [<http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Inga+cinnamomea>]
- Macía, M. 2008. Woody plants diversity, floristic composition and land use history in the Amazonian rainforests of Madidi National Park, Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 17:2671-2690 p.
- Macía, M; Fuertes, J. 2008. Composición florística y estructura de los árboles en un bosque tropical montano de la Cordillera Mosestenes, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 23:1-14 p.
- Martínez, E.; Fuentes, J.; Acevedo, E. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Suelo Nutr. Veg.* (en línea). 8 (1). 68-96 p. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000100006&lng=es&nrm=iso>
- Martínez, G. 2011. Use of medicinal plants in the treatment of waterborne diseases in a toba (qom) community of the “Impenetrable” (Chaco, Argentina): An ethnoecological and sanitary perspective. *Bonplandia* 20(2): 329-352.
- Matteuci, S.; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C, OEA. 168 p.
- Mazzola, M.; Kin, A.; Morici1, E.; Babinec, F.; Tamborini, G. 2008. Efecto del gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras de Lihue Calel (La Pampa, Argentina) (en línea). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 43 (1-2). 103-109 p. Consultado 20 dic.2015. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722008000100008]
- McAuliffe, J. 1994. Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert Bajadas. *Ecol. Monogr.* 64. 111-148 p.
- Melo C.; Vargas, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad de Tolima: 77-80 p.
- Ministerio del Ambiente. 2011. El Perú de los Bosque. CEDINFO. Perú. 139 p.
- Ministerio del Ambiente. 2014. Peru reino de bosques. Perú. 312 p.

- Montagnini, F; Jordan, C. 2005. Tropical forest ecology: the basis for conservation and management. Berlín, DE, Springer. 295 p.
- Montes, C. 2011. Estado del conocimiento en *Weinmannia tomentosa* L.f. (encenillo) y algunas propuestas de estudio sobre su regeneración. Colombia, Bogotá. Revista de Investigación Agraria y Ambiental 2 (1):45-53.
- Morales, G. 2006. *Tovomita* sp. (En line). Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis”. Consultado 10 ago. 2017. Disponible en: [<http://coleccion.jbb.gov.co/herbario/especimen/5188>]
- Mostacedo, B.; Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia. BOLFOR. 87 p.
- Nazario, J. 2016. Edafología y geología (entrevista). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Nepomuceno, D.; Younes, R.; Varella, A.; Suffredini, I. 2003. Atividade antibacteriana e fracionamento direcionado do extrato orgânico obtido de *Tovomita* sp. (En línea). Rev. bras. farmacogn. Vol.13, (2):3-4. Consultado 10 ago. 2017. Disponible en: [<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v13s2/a02v13s2.pdf>]
- Nieves, A.; Domínguez, F. 2010. Probabilidad y Estadística para Ingeniería: Un enfoque moderno. Ed. Mcgraw-Hill. 547 p.
- Oliva, D. 2009. Determinación de la acidez intercambiable ($Al^{3+}+H^+$) a partir del pH para la estimación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en suelos de la cuenca del Pacífico en El Salvador, Honduras y Nicaragua (en línea). Consultado 4 ene. 2017. Disponible en: [<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/386/1/T2804.pdf>].
- Osorio, N. sf. Muestreo de suelos (en línea). Universidad Nacional de Colombia (en línea). Consultado 10 feb. 2016. Disponible en: [<http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/muestreo.pdf>]
- Palacios, S. 2011. Una Formación Vegetal Subxerófila en el Valle de Chanchamayo, DP. Junín (Perú). UNALM. 71 p.
- Paredes, C.; Iannacone, C.; y Alvaríño L. 2007. Biodiversidad de invertebrados de los humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú. Neotropical Helminthology. 1 (1). 21-30 p.

- Parthasarathy, N.; Muthuramkumar, S.; Reddy, M. 2004. Patterns of liana diversity in tropical evergreen forests of peninsular India. *Forest Ecology and Management* 190(1): 15-31.
- Pérez, R. 2008. Árboles, Arbustos y Palmas de Panamá: *Ocotea oblonga* (Meisn.) Mez (en línea). Consultado 10 ago. 2017. Disponible en: [<http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?leng=spanish&specid=5523>]
- Phillips, O. y Baker, T. 2002. Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas. *Red amazónica de inventarios forestales*. 19 p.
- Quinto, M.; Moreno, F. 2014. Diversidad florística arbórea y su relación con el suelo en un bosque pluvial tropical del chocó biogeográfico. *Revista Árvore*, 38(6):1123-1132.
- Ramírez, C. 2015. Atributos morfológicos de las especies arbóreas en cuatro áreas de bosque de la gradiente altitudinal del Valle de Chanchamayo, Junín. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Lima, Perú. 149 p.
- Ribera, I. 2014. Perfil del suelo (en línea). Colombia. 71 p. Consultado 20 ago. 2016. Disponible en: [<http://es.slideshare.net/Chemivy123/perfil-del-suelo-2014>]
- Reynel, C.; Pennington, R.; Pennington, T.; Flores, C.; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. 509 p.
- Reynel, C.; Antón, D. 2004. Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. 334 p.
- Reynel, C.; Acuy, M.; Antón, D.; Caro, S.; Carrasco, F.; Cruces, L.; Gonzalez, O.; Honorio, E. 2012. Flora y Fauna del Bosque Montano Nublado Puyu Sacha, Valle de Chanchamayo, Dp. Junín (1800-3200 msnm). APRODES. Lima-Perú. 383 p.
- Reynel, C.; Pennington, T.; Särkinen, T. 2013. CÓMO SE FORMÓ LA DIVERSIDAD ECOLÓGICA DEL PERÚ. 412 p.
- Roth, I.; Lindorf, H. 2002. South American Medicinal Plants. Botany, remedial properties and general uses. Caracas- Venezuela. 481 p.
- Rutté, J. y Reynel, C. 2016. Composición y diversidad arbórea en la cumbre del bosque montano nublado, Puyu Sacha, Chanchamayo, Dp. Junín, Perú. CED-FDA. APRODES. 110 p.

- Sanchez, P. 1976. Properties and management of the soils in the tropics. John Wiley y Sons, New York. 618 p.
- Sánchez, P. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. Ed. IICA, San José- Costa Rica. 634 p.
- Schnitzer, S. 2005. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist* 166(2):262-276.
- Sollins, P. 1998 Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? Ecological Society of America. 23 p.
- Somarriba, E. 1999. Diversidad de Shannon. *Agroforestería en las Américas* (En línea). 6 (23). Consultado 22 abr. 2015. Disponible en: [<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3377E/A3377E.PDF>]
- Teixeira, V. 2000. Relaciones entre fertilidad del suelo con la riqueza, endemismo, diversidad y equitatividad de los bosques de la Península de Tingitana (Marruecos). Instituto de Recursos Naturales y Agrobiológicos de Sevilla. Sevilla, España. 31 p.
- Universidad Nacional Agraria La Molina. Sf. Proyecto Caoba: Estudio de las Poblaciones de Caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú (En línea). Proyecto UNALM-ITTO PD 251/0. Consultado 20 ene. 2017. Disponible en: [<http://www.lamolina.edu.pe/proyectocaoba/libro-caoba/Anexo%202.pdf>]
- Universidad Nacional de Cuyo. 2014. Ecología de comunidades y ecosistemas (en línea). Consultado 24 abr. 2015. Disponible en: [<http://www.dad.uncu.edu.ar/upload/ecologiadecomunidadesyecosistemas1ereje-di-4-y-5ano.pdf>]
- United States Department of Agriculture. 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. 88 p.
- Veintimilla, D. 2013. Identificación y caracterización de tipos de bosque tropical sobre un gradiente altitudinal en Costa Rica: el caso “Caribe-Villa Mills” (En línea). CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Consultado 22 jun. 2015. Disponible en: [<http://www.climiforad.org/wp-content/uploads/2013/07/Tesis-Maestr%C3%ADa-Dar%C3%ADo-Veintimilla.pdf>]

- Whittaker, R.; Buol, S.; Niering, W. & Havens, Y. 1967. A soil and vegetation pattern in the Santa Catalina Mountains, Arizona. *Ecology* 48. 440-450 p.
- Young, K. y León, B. 1999. Peru's humid eastern montane forests: an overview of their physical settings, biological diversity, human use and settlement, and conservation needs. Centre for Research on the Cultural and Biological Diversity of Andean Rainforests (DIVA), Denmark. 97 p.
- Young, K. y León, B. 2001. Perú, Los bosques Montanos de los Andes peruanos. *Bosques nublados del Neotrópico*. Costa Rica. 549 – 580 p.
- Zarco, V.; Valdéz, J.; Ángeles, G.; Castillo, O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal agua blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*. 26(1). México. 1-17 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: UBICACIÓN Y AUTORES DE LAS PARCELAS EVALUADAS

<i>N°</i>	<i>NOMBRE DE LA PARCELA</i>	<i>CÓDIGO</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Autor</i>	<i>Zona de Vida</i>	<i>UTM</i>		<i>ALTITUD</i>
1	LG Cumbre de colinas	LG- GC	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Antón, D. y Reynel, C.	bh-PT	462 445 E	8 772 837 N	1200
2	LG Ladera de colinas	LG- GL	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.	bh-PT	461 700 E	8 772 450 N	1050
3	LG Bosque secundario	P-LGSEC 2	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Cuenca, V.	bh-PT	460 546 E	8 772 578 N	1150
4	LG Bosque sec. Tardío	P-GBST	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Almeyda, A.	P-GBST	460 000 E	8 772 500 N	1150
5	LG Subxerófito	P-GSX	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Palacios, S.	bh-PT/ bmh-PT	460 000 E	8 780 000 N	800-1500
6	PS Montano Alto	P-PA	Puyu Sacha, San Ramón- Chanchamayo	De Rutté, J.	bmh-MBT	451870 E	8772223 N	2771
7	PS Ladera 1	P-PL	Puyu Sacha, San Ramón- Chanchamayo	Honorio, E. y Reynel, C.	bh-MBT	453 050 E	8 773 950 N	2 100
8	PS Ladera Alta 2	P-PL2	Puyu Sacha, San Ramón- Chanchamayo	Llacsahuanga, J.	bh-MBT	453 437	8 773 881	2 078
9	PS Bosque de Ribera	P-PR	Puyu Sacha, San Ramón- Chanchamayo	Antón, D. y Reynel, C.	bmh-MBT	452 425 E	8 774 515 N	2 275

ANEXO 2: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA DE CUMBRE DE COLINAS (P-GC)

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Cumbre de colinas	Cumbre de colinas
CÓDIGO	P- GC	P- GC
Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
Autor	Antón, D. y Reynel, C.	Antón, D. y Reynel, C.
pH (1:1)	6.68	6.87
C.E (1:1) dS/m	0.22	0.33
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	3.68	1.63
P ppm	2.50	2.00
K ppm	66.00	48.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	1.18	1.14
Penetrabilidad (kg/cm²)	4.00 (Difícil)	
CIC meq/100g	19.20	14.40
Ca⁺² meq/100g	9.21	13.16
Mg⁺² meq/100g	1.50	0.97
K⁺ meq/100g	0.23	0.18
Na⁺ meq/100g	0.09	0.09
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.00	0.00
Suma de cationes	11.03	14.40
Suma de bases	11.03	14.40
Saturación de bases (%)	57.00	100.00
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	505

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Cumbre de colinas	Cumbre de colinas
	CÓDIGO	P- GC	P- GC
	Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
	Autor	Antón, D. y Reynel, C.	Antón, D. y Reynel, C.
	Número de especies por hectárea	124	
	Número de géneros por hectárea	90	
	Número de familias por hectárea	48	
	Coeficiente de mezcla	0.25	
Especies más abundantes	1°	<i>Inga cinnamomea</i>	
	2°	<i>Trophis caucana</i>	
	3°	<i>Trema micrantha</i>	
	4°	<i>Batocarpus costaricensis</i>	
	5°	<i>Pseudolmedia laevis</i>	
Familias más abundantes	1°	MORACEAE	
	2°	FABACEAE	
	3°	ULMACEAE	
	4°	LAURACEAE	
	5°	CECROPIACEAE	
	P (kg/ha)	6.54	
	K (kg/ha)	165.88	
	C (Tn/ha)	77.60	
	N disponible (kg/ha)	33.93	

ANEXO 3: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA DE LADERA DE COLINAS (P-GL)

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Ladera de colinas	Ladera de colinas
CÓDIGO	P- GL	P -GL
Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
Autor	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.
pH (1:1)	6.23	6.33
C.E (1:1) dS/m	0.15	0.09
CaCO₃ (%)	0.20	0.00
M.O (%)	2.53	1.20
P ppm	2.30	2.80
K ppm	52.00	50.00
Clase textural	Fr. Ar. A	Fr. Ar. A
Densidad (g/cm³)	1.26	1.08
Penetrabilidad (kg/cm²)	3.50 (Difícil)	
CIC meq/100g	17.28	12.80
Ca⁺² meq/100g	12.20	9.14
Mg⁺² meq/100g	1.28	1.25
K⁺ meq/100g	2.18	2.33
Na⁺ meq/100g	0.09	0.08
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.00	0.00
Suma de cationes	15.75	12.80
Suma de bases	15.75	12.80
Saturación de bases (%)	91.00	100.00
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	353

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Ladera de colinas	Ladera de colinas
	CÓDIGO	P- GL	P -GL
	Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
	Autor	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.
	Número de especies por hectárea	90	
	Número de géneros por hectárea	56	
	Número de familias por hectárea	28	
	Coefficiente de mezcla	0.25	
Especies más abundantes	1°	<i>Otoba parvifolia</i>	
	2°	<i>Nectandra pulverulenta</i>	
	3°	<i>Batocarpus costaricensis</i>	
	4°	<i>Socratea exorrhiza</i>	
	5°	<i>Pseudolmedia laevis</i>	
Familias más abundantes	1°	MORACEAE	
	2°	LAURACEAE	
	3°	MYRISTICACEAE	
	4°	PALMAE	
	5°	FABACEAE	
	P (kg/ha)	7.41	
	K (kg/ha)	149.54	
	C (Tn/ha)	56.10	
	N disponible (kg/ha)	24.52	

**ANEXO 4: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA DEL BOSQUE
SECUNDARIO (P-LGSEC 2)**

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque secundario	Bosque secundario
CÓDIGO	P-LGSEC 2	P-LGSEC 2
Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo
Autor	Cuenca, V.	Cuenca, V.
pH (1:1)	5.59	5.51
C.E (1:1) dS/m	0.07	0.04
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	2.67	1.38
P ppm	2.20	2.30
K ppm	54.00	32.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	1.25	1.28
Penetrabilidad (kg/cm²)	5.00 (Difícil)	
CIC meq/100g	13.12	12.80
Ca⁺² meq/100g	5.85	4.62
Mg⁺² meq/100g	1.72	1.57
K⁺ meq/100g	0.71	0.74
Na⁺ meq/100g	0.10	0.13
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.10	0.30
Suma de cationes	8.48	7.36
Suma de bases	8.38	7.06
Saturación de bases (%)	64.00	55.00

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque secundario	Bosque secundario
	CÓDIGO	P-LGSEC 2	P-LGSEC 2
	Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo
	Autor	Cuenca, V.	Cuenca, V.
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	467	
	Número de especies por hectárea	71	
	Número de géneros por hectárea	46	
	Número de familias por hectárea	30	
	Coeficiente de mezcla	0.15	
Especies más abundantes	1°	<i>Trophis caucana</i>	
	2°	<i>Sapium glandulosum</i>	
	3°	<i>Nectandra pulverulenta</i>	
	4°	<i>Cecropia membranacea</i>	
	5°	<i>Ficus macbridei</i>	
Familias más abundantes	1°	MORACEAE	
	2°	EUPHORBIACEAE	
	3°	CECROPIACEAE	
	4°	FABACEAE	
	5°	LAURACEAE	
	P (kg/ha)	7.11	
	K (kg/ha)	135.47	
	C (Tn/ha)	63.70	
	N disponible (kg/ha)	27.89	

**ANEXO 5: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA DEL BOSQUE
SECUNDARIO TARDÍO (P-GBST)**

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque secundario Tardío	Bosque secundario Tardío
CÓDIGO	P-GBST	P-GBST
Ubicación	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced- Chanchamayo
Autor	Almeyda, A.	Almeyda, A.
pH (1:1)	5.44	5.18
C.E (1:1) dS/m	0.11	0.08
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	2.63	1.31
P ppm	7.90	5.50
K ppm	161.00	142.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. Ar. A
Densidad (g/cm³)	1.04	1.10
Penetrabilidad (kg/cm²)	4.50 (Difícil)	
CIC meq/100g	18.24	18.72
Ca⁺² meq/100g	6.84	9.35
Mg⁺² meq/100g	2.55	2.28
K⁺ meq/100g	0.45	0.38
Na⁺ meq/100g	0.09	0.14
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.10	0.30
Suma de cationes	10.02	12.46
Suma de bases	9.92	12.16
Saturación de bases (%)	54.00	65.00

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque secundario Tardío	Bosque secundario Tardío
	CÓDIGO	P-GBST	P-GBST
	Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo
	Autor	Almeyda, A.	Almeyda, A.
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	480	
	Número de especies por hectárea	80	
	Número de familias por hectárea	22	
	Coefficiente de mezcla	0.17	
Especies más abundantes	1°	<i>Trophis caucana</i>	
	2°	<i>Cupania cinerea</i>	
	3°	<i>Inga edulis</i>	
	4°	<i>Mauria heterophylla</i>	
	5°	<i>Pseudobombax</i> sp.	
Familias más abundantes	1°	MORACEAE	
	2°	FABACEAE	
	3°	SAPINDACEAE	
	4°	CECROPIACEAE	
	5°	BOMBACACEAE	
	P (kg/ha)	17.83	
	K (kg/ha)	404.55	
	C (Tn/ha)	52.2	
	N disponible (kg/ha)	22.84	

ANEXO 6: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA SUBXERÓFITA (P-GSX)

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Subxerófita	Subxerófita
CÓDIGO	P-GSX	P-GSX
Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo
Autor	Palacios, S.	Palacios, S.
pH (1:1)	5.27	5.16
C.E (1:1) dS/m	0.08	0.02
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	3.75	1.31
P ppm	3.10	3.30
K ppm	135.00	73.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. Ar. A
Densidad (g/cm³)	1.12	1.07
Penetrabilidad (kg/cm²)	4.50 (Difícil)	
CIC meq/100g	13.60	14.40
Ca⁺² meq/100g	2.81	1.15
Mg⁺² meq/100g	1.73	1.05
K⁺ meq/100g	0.33	0.19
Na⁺ meq/100g	0.08	0.08
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.30	1.60
Suma de cationes	5.25	4.07
Suma de bases	4.95	2.47
Saturación de bases (%)	36.00	17.00
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	320

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Subxerófita	Subxerófita
	CÓDIGO	P-GSX	P-GSX
	Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo
	Autor	Palacios, S.	Palacios, S.
	Número de especies por hectárea	29	
	Número de géneros por hectárea	28	
	Número de familias por hectárea	24	
	Coefficiente de mezcla	0.09	
Especies más abundantes	1°	<i>Heteropterys laurifolia</i>	
	2°	<i>Sapium glandulosum</i>	
	3°	<i>Physocalymma scaberrimum</i>	
	4°	<i>Machaerium pilosum</i>	
	5°	<i>Roupala montana</i>	
Familias más abundantes	1°	MALPIGHIACEAE	
	2°	EUPHORBIACEAE	
	3°	LYTHRACEAE	
	4°	FABACEAE	
	5°	PROTACEAE	
	P (kg/ha)	8.75	
	K (kg/ha)	286.64	
	C (Tn/ha)	70.00	
	N disponible (kg/ha)	30.63	

**ANEXO 7: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA MONTANO ALTO
(P-PA)**

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Montano Alto	Montano Alto
CÓDIGO	P-PA	P-PA
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Autor	De Rutté, J.	De Rutté, J.
pH (1:1)	4.42	5.25
C.E (1:1) dS/m	0.06	0.03
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	8.71	3.66
P ppm	2.70	3.40
K ppm	35.00	28.00
Clase textural	A. Fr.	A. Fr.
Densidad (g/cm³)	0.68	0.89
Penetrabilidad (kg/cm²)	1.00 (Fácil)	
CIC meq/100g	25.92	17.60
Ca⁺² meq/100g	0.41	0.62
Mg⁺² meq/100g	0.22	0.20
K⁺ meq/100g	0.14	0.08
Na⁺ meq/100g	0.08	0.10
Al⁺³+H⁺ meq/100g	3.40	0.40
Suma de cationes	4.25	1.39
Suma de bases	0.85	0.99
Saturación de bases (%)	3.00	6.00

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Montano Alto	Montano Alto
	CÓDIGO	P-PA	P-PA
	Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
	Autor	De Rutté, J.	De Rutté, J.
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	477	
	Número de especies por hectárea	54	
	Número de géneros por hectárea	25	
	Número de familias por hectárea	19	
	Coefficiente de mezcla	0.11	
Especies más abundantes	1°	<i>Weinmannia microphylla</i>	
	2°	<i>Cyathea cf. Frigida</i>	
	3°	<i>Schefflera sodiroi</i>	
	4°	<i>Miconia carpishana</i>	
	5°	<i>Podocarpus oleifolius</i>	
Familias más abundantes	1°	CUNONIACEAE	
	2°	MELASTOMATACEA	
	3°	PTERIDOPHYTA	
	4°	THEACEAE	
	5°	ARALIACEAE	
	P (kg/ha)	6.09	
	K (kg/ha)	60.97	
	C (Tn/ha)	114.90	
	N disponible (kg/ha)	50.25	

ANEXO 8: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA LADERA 1 (P-PL)

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Ladera 1	Ladera 1
CÓDIGO	P-PL	P-PL
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Autor	Honorio, E. y Reynel, C.	Honorio, E. y Reynel, C.
pH (1:1)	4.94	5.13
C.E (1:1) dS/m	0.18	0.08
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	6.90	3.33
P ppm	2.70	2.40
K ppm	88.00	50.00
Arena (%)	80.00	78.00
Limo (%)	13.00	15.00
Arcilla (%)	7.00	7.00
Clase textural	A. Fr.	A. Fr.
Densidad (g/cm³)	0.72	0.80
Penetrabilidad (kg/cm²)	2.50 (Medio)	
CIC meq/100g	18.08	14.08
Ca⁺² meq/100g	3.04	1.82
Mg⁺² meq/100g	0.83	0.47
K⁺ meq/100g	1.00	1.02
Na⁺ meq/100g	0.12	0.10
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.80	0.10
Suma de cationes	5.80	4.00
Suma de bases	5.00	3.40

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Ladera 1	Ladera 1
	CÓDIGO	P-PL	P-PL
	Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
	Autor	Honorio, E. y Reynel, C.	Honorio, E. y Reynel, C.
	Saturación de bases (%)	28.00	24.00
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	694	
	Número de especies por hectárea	147	
	Número de géneros por hectárea	82	
	Número de familias por hectárea	42	
	Coefficiente de mezcla	0.21	
Especies más abundantes	1°	<i>Miconia aureoides</i>	
	2°	<i>Protium sp.</i>	
	3°	<i>Pseudolmedia rigida</i>	
	4°	<i>Ocotea sp.</i>	
	5°	<i>Piper heterophyllum</i>	
Familias más abundantes	1°	LAURACEAE	
	2°	MELASTOMATACEA	
	3°	MORACEAE	
	4°	MYRTACEAE	
	5°	BURSERACEAE	
	P (kg/ha)	4.85	
	K (kg/ha)	129.80	
	C (Tn/ha)	95.90	
	N disponible (kg/ha)	41.94	

**ANEXO 9: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA LADERA ALTA 2
(P-PL2)**

	HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
NOMBRE DE LA PARCELA	Ladera Alta 2	Ladera Alta 2
CÓDIGO	P-PL2	P-PL2
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Autor	Llacsahuanga, J.	Llacsahuanga, J.
pH (1:1)	5.85	5.58
C.E (1:1) dS/m	0.25	0.09
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	5.30	2.45
P ppm	5.40	5.20
K ppm	175.00	115.00
Arena (%)	65.00	59.00
Limo (%)	23.00	23.00
Arcilla (%)	12.00	18.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	0.89	0.78
Penetrabilidad (kg/cm²)	2.50 (Medio)	
CIC meq/100g	23.52	17.60
Ca⁺² meq/100g	6.95	2.82
Mg⁺² meq/100g	0.82	0.37
K⁺ meq/100g	0.37	0.34
Na⁺ meq/100g	0.11	0.08
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.30	0.40
Suma de cationes	8.55	4.01
Suma de bases	8.25	3.61

<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Ladera Alta 2	Ladera Alta 2
	CÓDIGO	P-PL2	P-PL2
	Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
	Autor	Llacsahuanga, J.	Llacsahuanga, J.
	Saturación de bases (%)	35.00	21.00
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	680	
	Número de especies por hectárea	115	
	Número de géneros por hectárea	87	
	Número de familias por hectárea	45	
	Coefficiente de mezcla	0.17	
Especies más abundantes	1°	<i>Tovomita</i> sp.	
	2°	<i>Nectandra pulverulenta</i>	
	3°	<i>Ocotea oblonga</i>	
	4°	<i>Eugenia</i> sp.	
	5°	<i>Hyeronima oblonga</i>	
Familias más abundantes	1°	LAURACEAE	
	2°	MYRTACEAE	
	3°	CLUSIACEAE	
	4°	EUPHORBIACEAE	
	5°	MORACEAE	
	P (kg/ha)	11.07	
	K (kg/ha)	306.32	
	C (Tn/ha)	82.70	
	N disponible (kg/ha)	36.16	

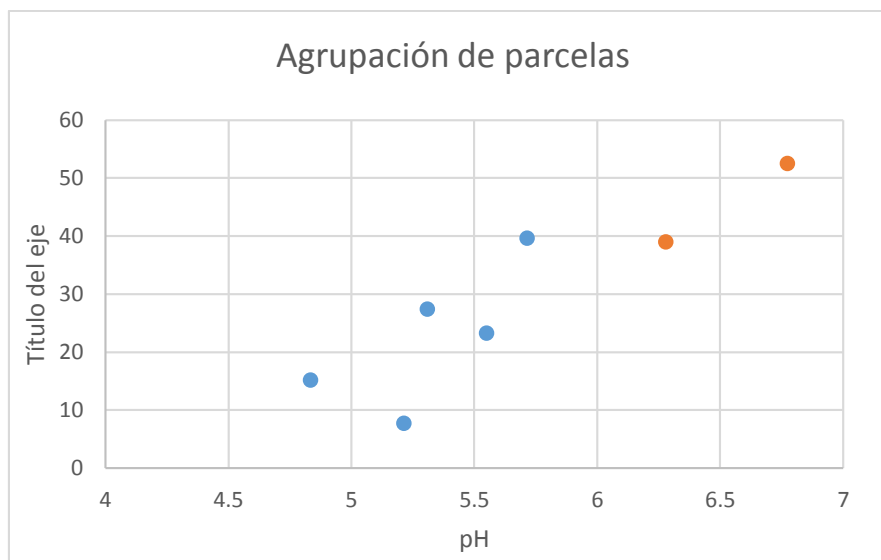
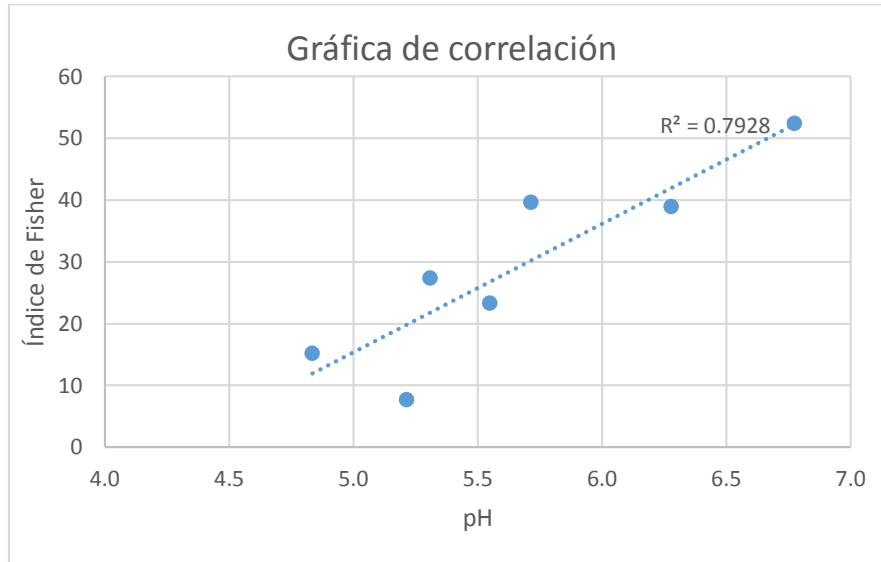
ANEXO 10: INFORMACIÓN GENERAL DE LA PARCELA DE BOSQUE DE RIBERA (P-PR)

	<i>HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)</i>	<i>HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)</i>
NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque de Ribera	Bosque de Ribera
CÓDIGO	P-PR	P-PR
Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Autor	Antón, D. y Reynel, C.	Antón, D. y Reynel, C.
pH (1:1)	4.58	4.95
C.E (1:1) dS/m	0.26	0.12
CaCO₃ (%)	0.00	0.00
M.O (%)	7.32	4.33
P ppm	4.00	3.50
K ppm	102.00	76.00
Arena (%)	70.00	64.00
Limo (%)	21.00	27.00
Arcilla (%)	9.00	9.00
Clase textural	Fr. A.	Fr. A.
Densidad (g/cm³)	0.76	0.86
Penetrabilidad (kg/cm²)	3.00 (Medio)	
CIC meq/100g	17.60	14.40
Ca⁺² meq/100g	3.47	2.31
Mg⁺² meq/100g	1.23	0.80
K⁺ meq/100g	0.53	0.46
Na⁺ meq/100g	0.08	0.07
Al⁺³+H⁺ meq/100g	0.90	0.50
Suma de cationes	6.21	4.14
Suma de bases	5.31	3.64
Saturación de bases (%)	30.00	25.00

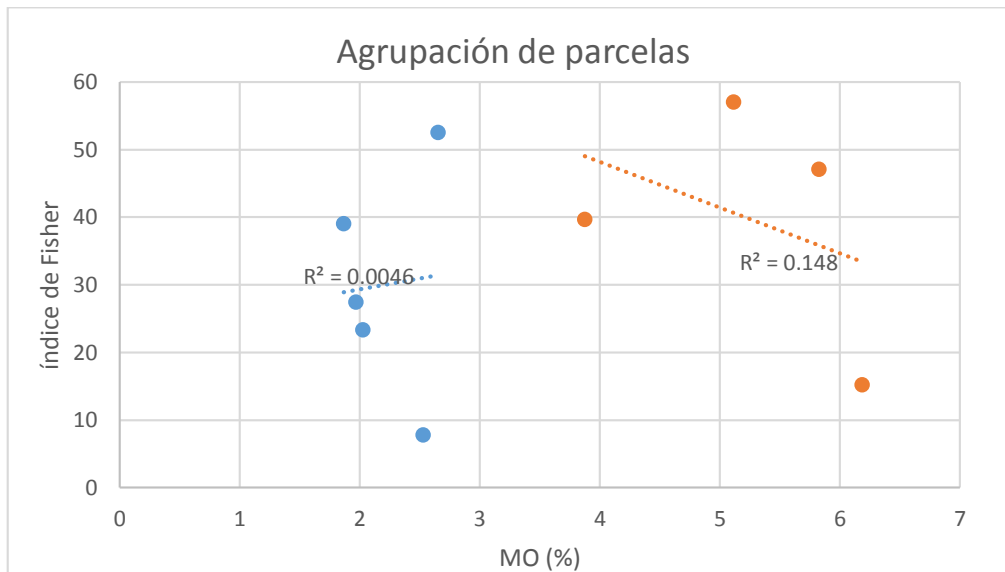
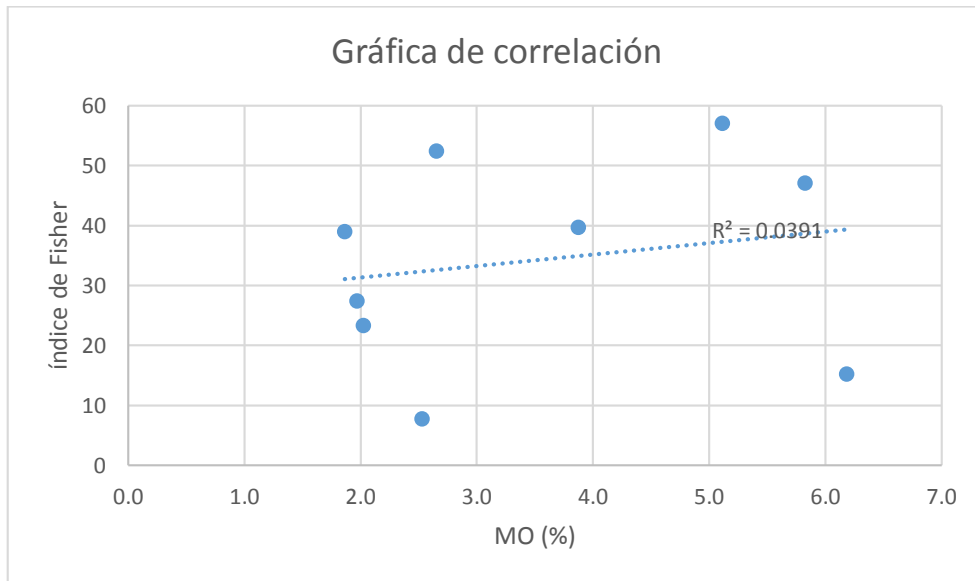
<<Continuación>>

		HORIZONTE 1 (0 a 25 cm)	HORIZONTE 2 (25 a 50 cm)
	NOMBRE DE LA PARCELA	Bosque de Ribera	Bosque de Ribera
	CÓDIGO	P-PR	P-PR
	Ubicación	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
	Autor	Antón, D. y Reynel, C.	Antón, D. y Reynel, C.
Diversidad alfa	Número de individuos por hectárea	530	
	Número de especies por hectárea	118	
	Número de géneros por hectárea	83	
	Número de familias por hectárea	39	
	Coeficiente de mezcla	0.22	
Especies más abundantes	1°	<i>Miconia</i> sp.	
	2°	<i>Weinmannia lechleriana</i>	
	3°	<i>Cecropia</i> sp.	
	4°	<i>Hyeronima asperifolia</i>	
	5°	<i>Acalypha</i> sp.	
Familias más abundantes	1°	MELASTOMATACEAE	
	2°	PTERIDOPHYTA	
	3°	EUPHORBIACEAE	
	4°	LAURACEAE	
	5°	CUNONIACEAE	
	P (kg/ha)	7.57	
	K (kg/ha)	178.66	
	C (Tn/ha)	116.1	
	N disponible (kg/ha)	50.79	

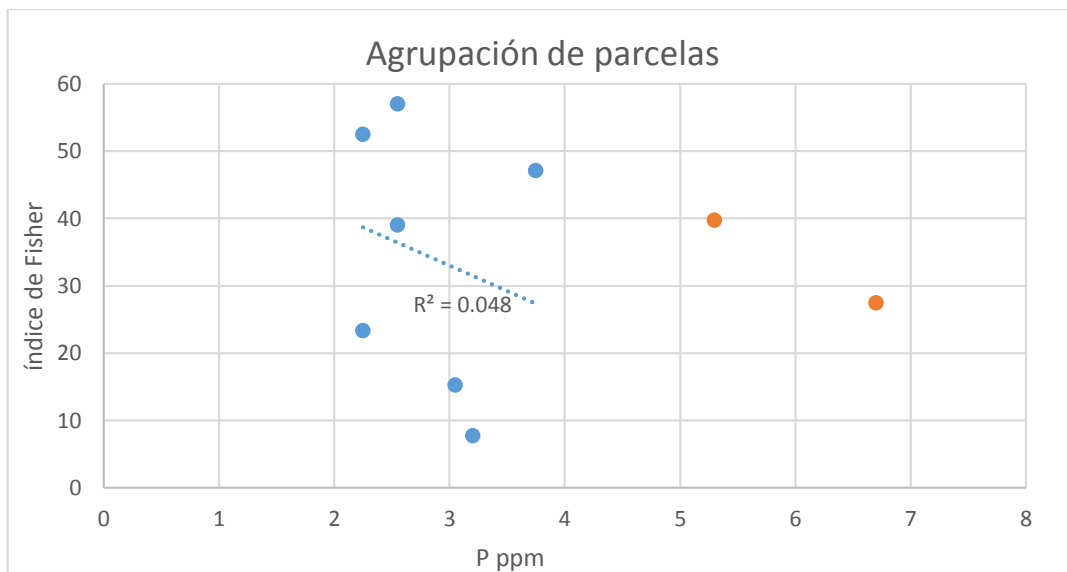
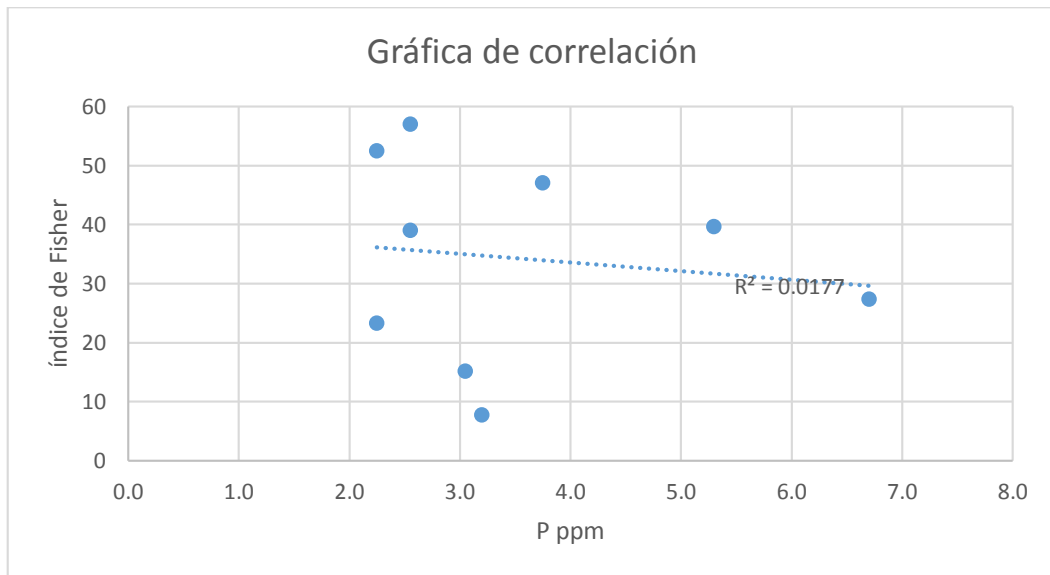
ANEXO 11: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER EN RELACIÓN AL PH DE LAS PARCELAS.



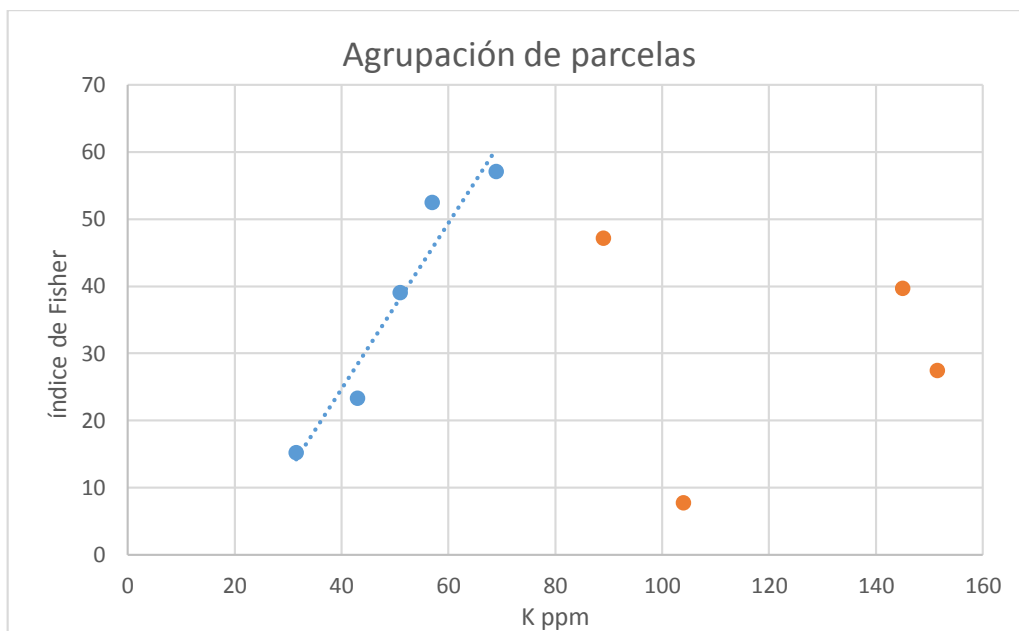
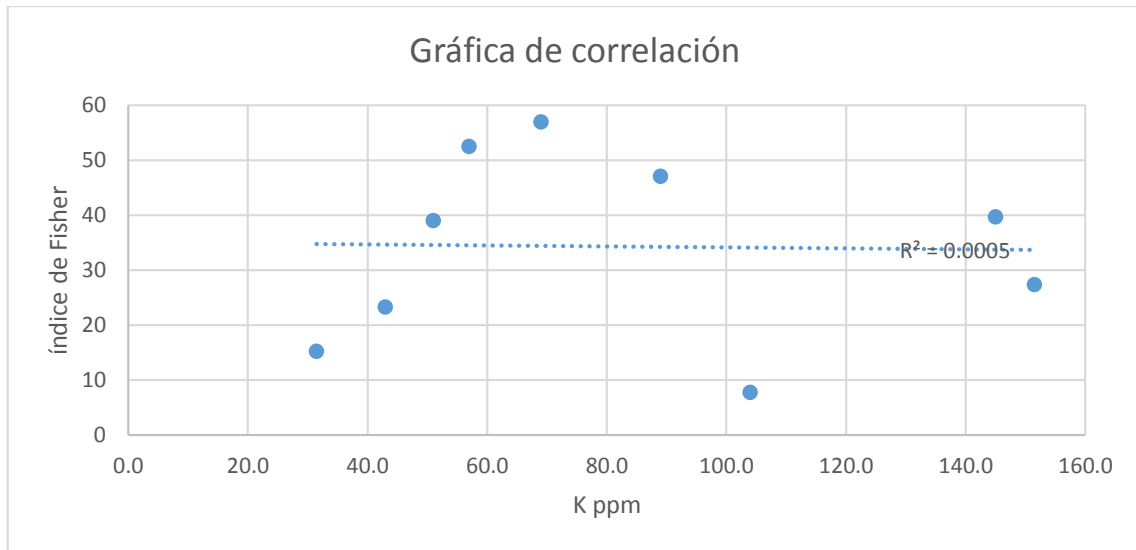
ANEXO 12: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER EN RELACIÓN CON LA MO DE LAS PARCELAS



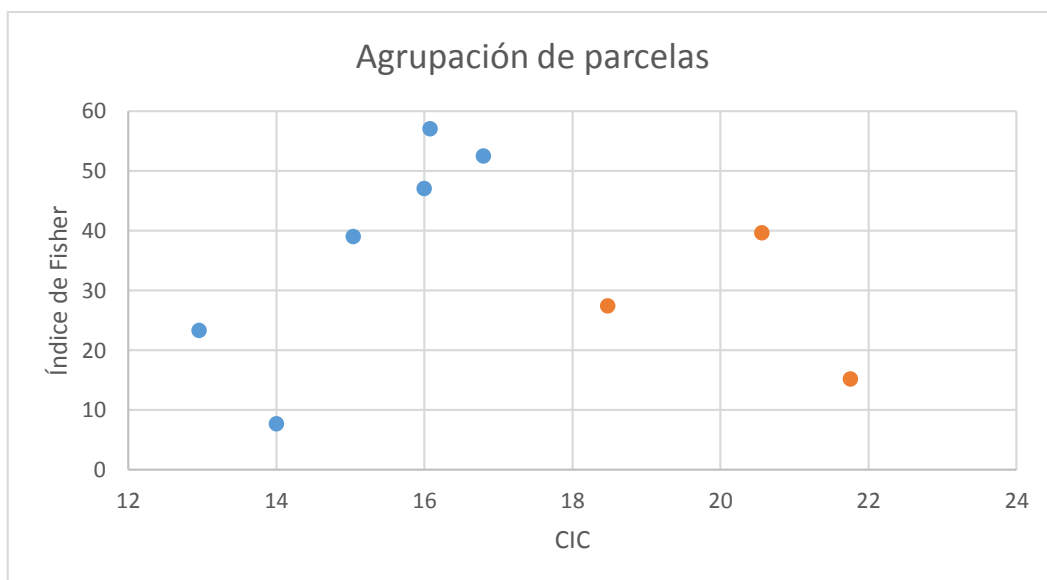
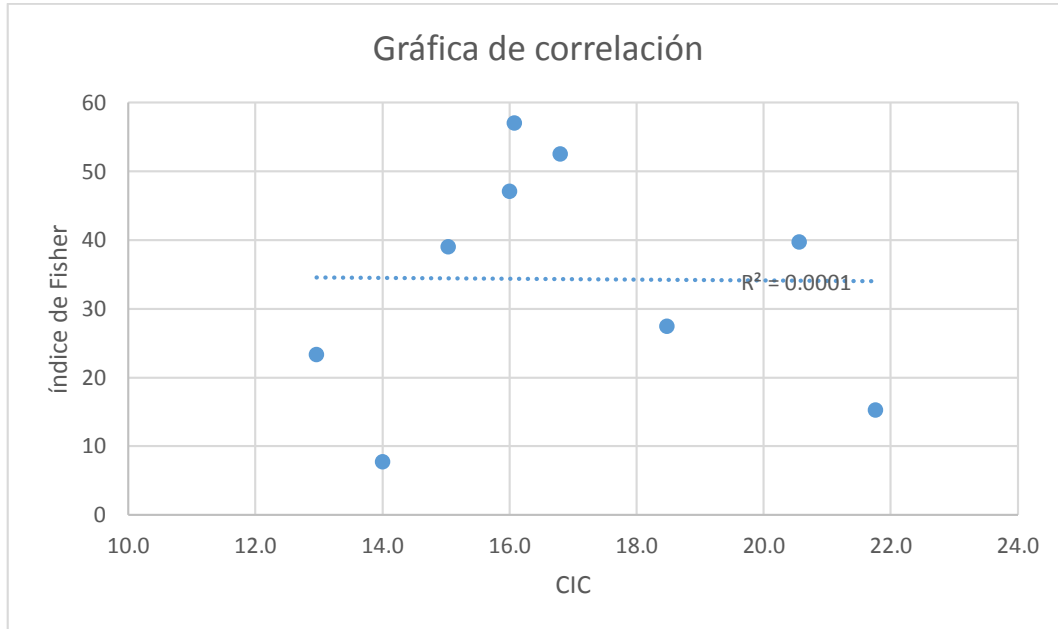
ANEXO 13: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE FÓSFORO DE LAS PARCELAS.



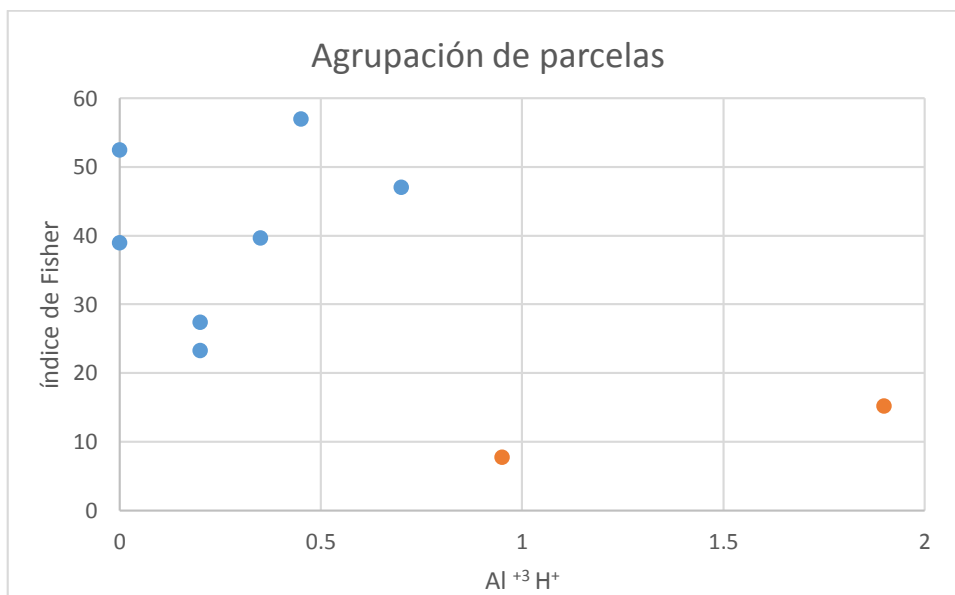
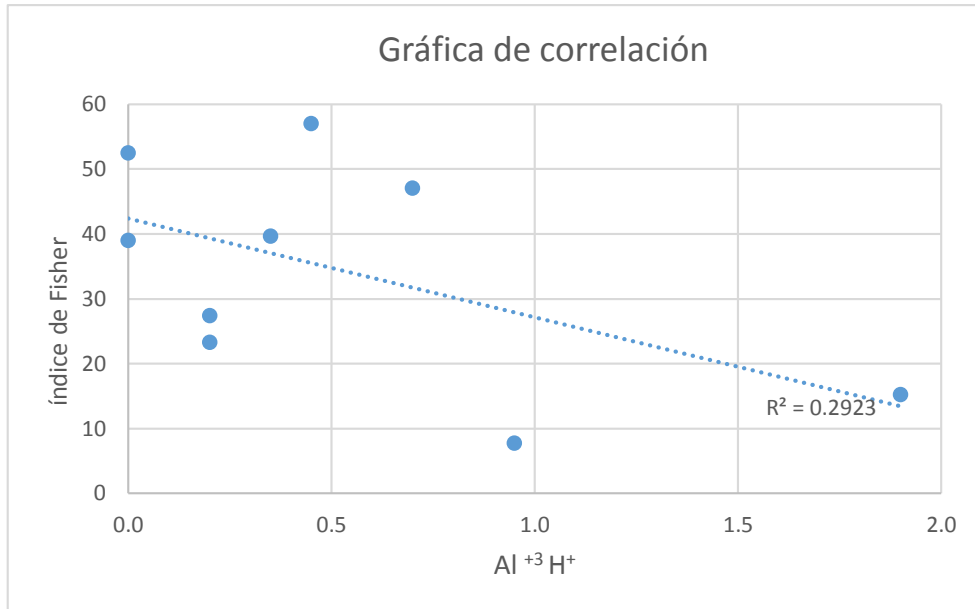
ANEXO 14: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE POTASIO DE LAS PARCELAS



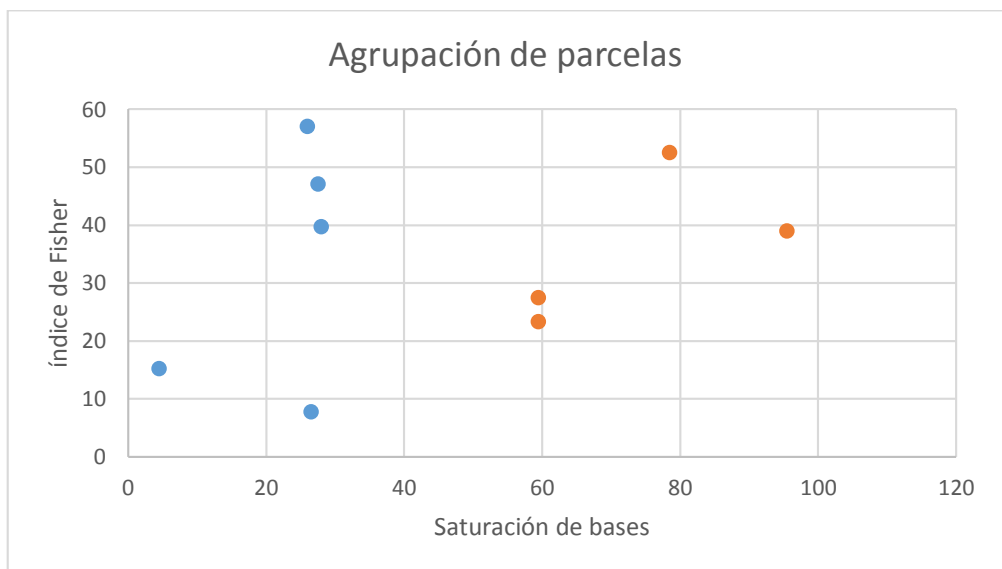
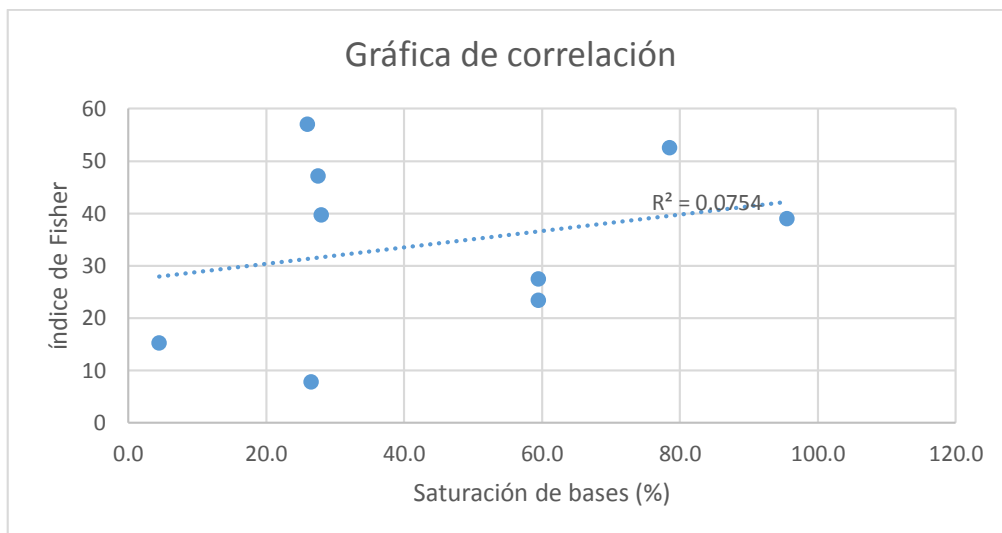
ANEXO 15: GRÁFICO DE DISPERSIÓN EL ENTRE ÍNDICE DE FISHER CON RELACIÓN A LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO (CIC) CATIONICO DE LAS PARCELAS.



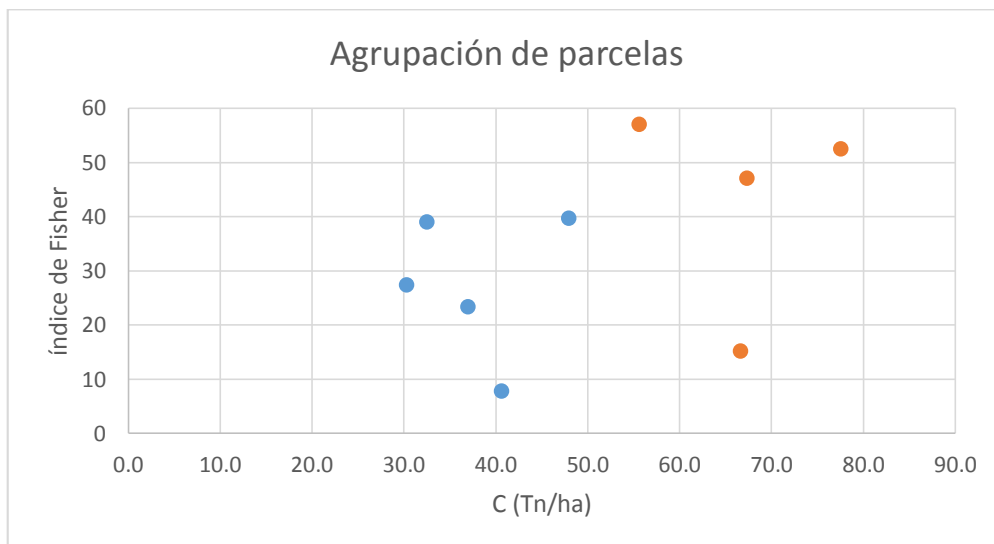
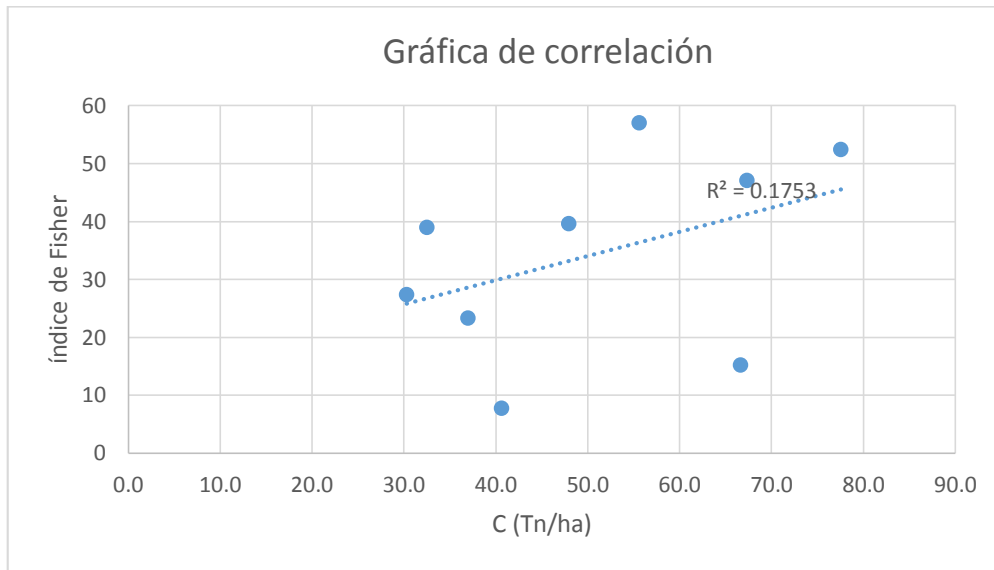
ANEXO 16: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER CON RELACIÓN A LA ACIDEZ INTERCAMBIABLE DE LAS PARCELAS (AL+3 H+)



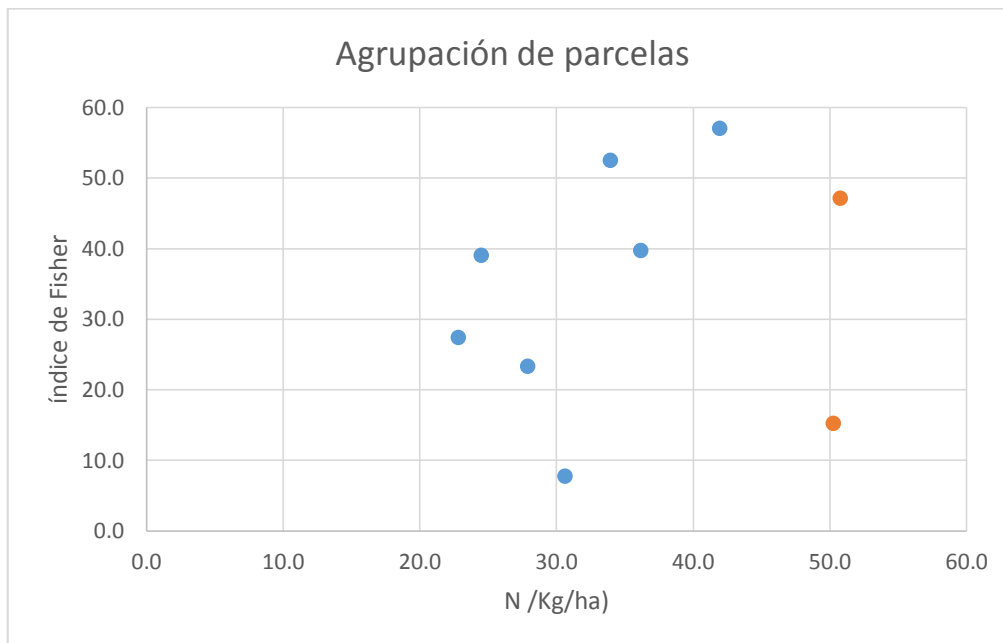
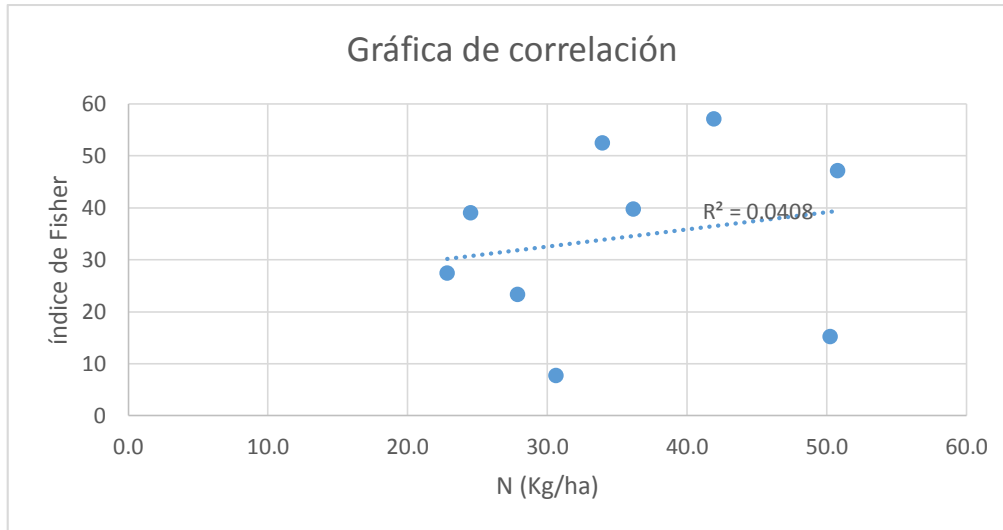
ANEXO 17: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER CON RELACIÓN A LA SATURACIÓN DE BASES DE LAS PARCELAS



ANEXO 18: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE CARBONO DE LAS PARCELAS



ANEXO 19: GRÁFICO DE DISPERSIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE FISHER CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE NITRÓGENO DE LAS PARCELAS



ANEXO 20: PUNTAJE ASIGNADO A LAS PARCELAS EN BASE A SUS CARACTERÍSTICAS FAVORABLES O DESFAVORABLES PARA LA VEGETACIÓN

N°	Nombre de la parcela	pH (1:1)	M.O (%)	P ppm	K ppm	CIC meq/100g	Al +3 H+	Sat. De bases (%)	C (Tn/ha)	N disponible (kg/ha)	PUNTAJE
1	Cumbre de colinas (P-GC)	5	1	1	3	3	5	5	5	3	31
2	Ladera de colinas (P-GL)	5	1	1	3	1	5	5	1	1	23
3	Bosque secundario (P-LGSEC2)	3	1	1	1	1	3	5	1	1	17
4	Bosque secundario tardío (P-GBST)	3	1	5	5	5	3	5	1	1	29
5	Bosque subxerófito (P-GSX)	3	1	1	5	1	-5	3	3	3	15
6	Montano Alto (P-PA)	-3	-1	1	1	5	-5	1	5	5	9
7	Bosque de ladera (P-PL)	3	1	1	3	3	1	3	5	3	23
8	Bosque de ladera alta (P-PL2)	3	3	5	5	5	1	3	3	3	31
9	Bosque de ribera (P-PR)	-3	1	3	3	3	1	3	5	5	21

-5 Altamente
contraproducente

-3 Medianamente
contraproducente

-1 Poco
contraproducente

1 Regular

3 Buena

5 Muy buena

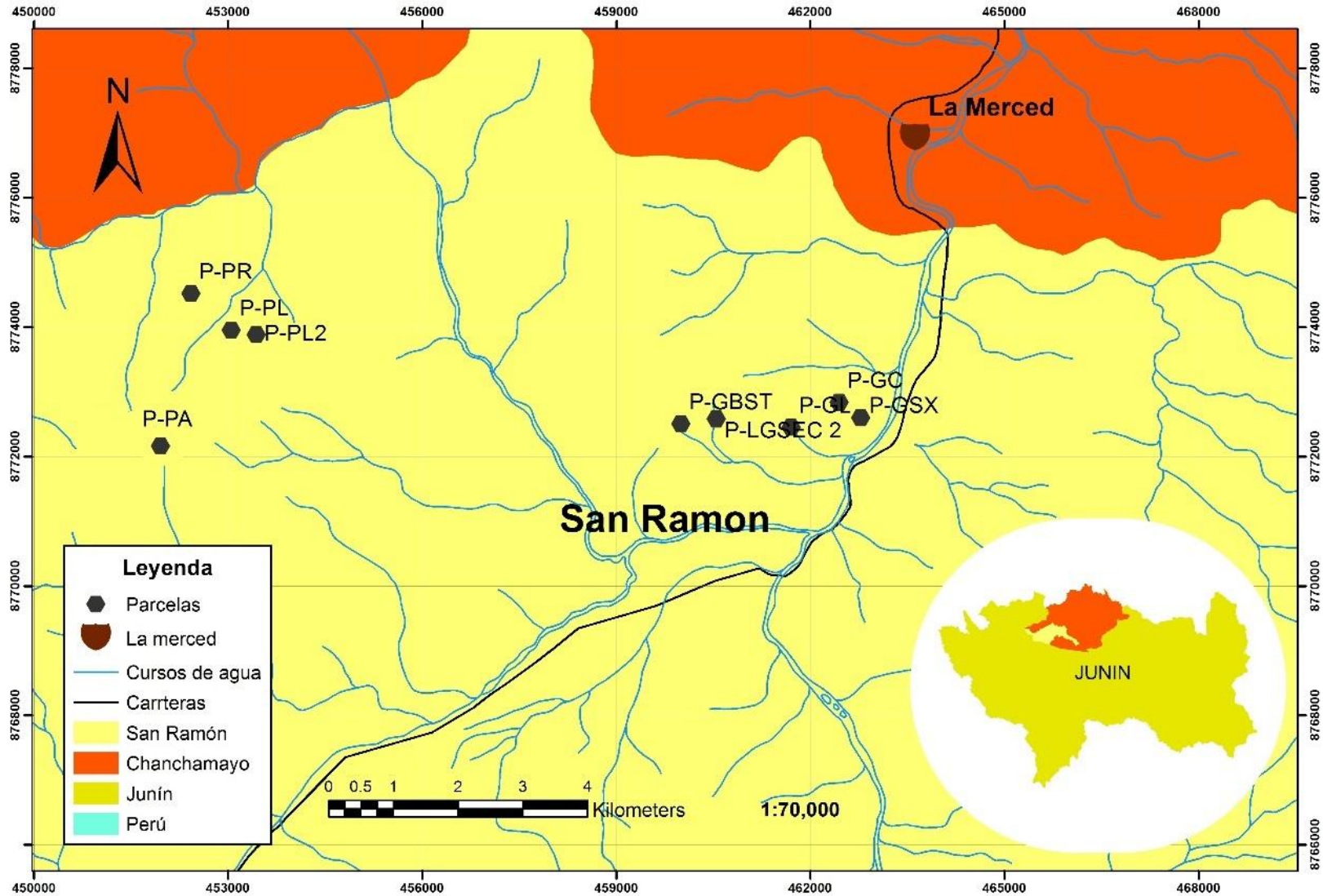
ANEXO 21: NÚMERO DE ESPECIES Y FAMILIAS MÁS ABUNDANTES POR PARCELA

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NOMBRE DE LA PARCELA	<i>LG Cumbre de colinas</i>	<i>LG Ladera de colinas</i>	<i>LG Bosque secundario</i>	<i>LG Bosque secundario Tardío</i>	<i>LG Subxerófito</i>	<i>PS Montano Alto</i>	<i>PS Ladera 1</i>	<i>PS Ladera Alta 2</i>	<i>PS Bosque de Ribera</i>
CÓDIGO	<i>LG- GC</i>	<i>LG- GL</i>	<i>P-LGSEC 2</i>	<i>P-GBST</i>	<i>P-GSX</i>	<i>P-PA</i>	<i>P-PL</i>	<i>P-PL2</i>	<i>P-PR</i>
Ubicación	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Fundo Génova, La Merced-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo	Puyu Sacha, San Ramón-Chanchamayo
Autor	Antón, D. y Reynel, C.	Caro, S.; Dante, A.; Reynel, C.	Cuenca, V.	Almeyda, A.	Palacios, S.	De Rutté, J.	Honorio, E. y Reynel, C.	Llacsahuanga, J.	Antón, D. y Reynel, C.
Índice de Fisher	52.47	38.99	23.31	27.41	7.74	15.20	57.02	39.68	47.08
Número de individuos por hectárea	505	353	467	480	320	477	694	680	530
Número de especies por hectárea	124	90	71	80	29	54	147	115	118

<<Continuación>>

	Número de géneros por hectárea	90	56	46	-	28	25	82	87	83
	Número de familias por hectárea	48	28	30	22	24	19	42	45	39
Especies más abundantes	1°	<i>Inga cinnamomea</i>	<i>Otoba parvifolia</i>	<i>Trophis caucana</i>	<i>Trophis caucana</i>	<i>Heteropterys laurifolia</i>	<i>Weinmannia microphylla</i>	<i>Miconia aureoides</i>	<i>Tovomita sp</i>	<i>Miconia sp.</i>
	2°	<i>Trophis caucana</i>	<i>Nectandra pulverulenta</i>	<i>Sapium glandulosum</i>	<i>Cupania cinerea</i>	<i>Sapium glandulosum</i>	<i>Cyathea cf. Frigida</i>	<i>Protium sp.</i>	<i>Nectandra pulverulenta</i>	<i>Weinmannia lechleriana</i>
	3°	<i>Trema micrantha</i>	<i>Batocarpus costaricensis</i>	<i>Nectandra pulverulenta</i>	<i>Inga edulis</i>	<i>Physocalymma scaberrimum</i>	<i>Schefflera sodiroi</i>	<i>Pseudolmedia rigida</i>	<i>Ocotea oblonga</i>	<i>Cecropia sp.</i>
	4°	<i>Batocarpus costaricensis</i>	<i>Socratea exorrhiza</i>	<i>Cecropia membranacea</i>	<i>Mauria heterophylla</i>	<i>Machaerium pilosum</i>	<i>Miconia carpishana</i>	<i>Ocotea sp.</i>	<i>Eugenia sp.</i>	<i>Hyeronima asperifolia</i>
	5°	<i>Pseudolmedia laevis</i>	<i>Pseudolmedia laevis</i>	<i>Ficus macbridei</i>	<i>Pseudobombax sp.</i>	<i>Roupala montana</i>	<i>Podocarpus oleifolius</i>	<i>Piper heterophyllum</i>	<i>Hyeronima oblonga</i>	<i>Acalypha sp.</i>
Familias más abundantes	1°	Moraceae	Moraceae	Moraceae	Moraceae	Malpighiaceae	Cunoniaceae	Lauraceae	Lauraceae	Melastomataceae
	2°	Fabaceae	Lauraceae	Euphorbiaceae	Fabaceae	Euphorbiaceae	Melastomataceae	Melastomataceae	Myrtaceae	Pteridophyta
	3°	Ulmaceae	Myristicaceae	Cecropiaceae	Sapindaceae	Lythraceae	Pteridophyta	Moraceae	Clusiaceae	Euphorbiaceae
	4°	Lauraceae	Palmae	Fabaceae	Cecropiaceae	Fabaceae	Theaceae	Myrtaceae	Euphorbiaceae	Lauraceae
	5°	Cecropiaceae	Fabaceae	Lauraceae	Bombacaceae	Protaceae	Araliaceae	Burseraceae	Moraceae	Cunoniaceae

ANEXO 22: MAPA DE UBICACIÓN PARCELAS DE PUYU SACHA Y EL FUNDO GÉNOVA



ANEXO 23: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DE LAS PARCELAS P-PL2 Y P-PA



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante : FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO AGRARIO

Departamento : JUNÍN

Distrito : SAN RAMÓN

Referencia : H.R. 55369-121C-16

Fact.: 36443

Provincia : CHANCHAMAYO

Predio :

Fecha : 24/08/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
10628	Juana H1	5.85	0.25	0.00	5.30	5.4	175	65	23	12	Fr.A.	23.52	6.95	0.82	0.37	0.11	0.30	8.55	8.25	35
10629	Juana H2	5.58	0.09	0.00	2.45	5.2	115	59	23	18	Fr.A.	17.60	2.82	0.37	0.34	0.08	0.40	4.01	3.61	21
10630	Jano H1	4.42	0.06	0.00	8.71	2.7	35	81	13	6	A.Fr.	25.92	0.41	0.22	0.14	0.08	3.40	4.25	0.85	3
10631	Jano H2	5.25	0.03	0.00	3.66	3.4	28	83	13	4	A.Fr.	17.60	0.62	0.20	0.08	0.10	0.40	1.39	0.99	6

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso;

Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Sady García Bendejú
 Jefe del Laboratorio

ANEXO 24: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DE LAS PARCELAS LG-PGBST, P-GC, P-GL, PS-PSEC Y P-GSX



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : ADRIANA OMSHANTI ROMERO VALLE

Departamento : JUNÍN

Distrito : LA MERCED

Referencia : H.R. 56203-151C-16

Fact.: 36810


Provincia : CHANCHAMAYO

Predio :

Fecha : 18/10/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
13259	H1-LG-ALMEYDA	5.44	0.11	0.00	2.63	7.9	161	54	29	17	Fr.A.	18.24	6.84	2.55	0.45	0.09	0.10	10.02	9.92	54
13260	H2-LG-ALMEYDA	5.18	0.08	0.00	1.31	5.5	142	56	23	21	Fr.Ar.A.	18.72	9.35	2.28	0.38	0.14	0.30	12.46	12.16	65
13261	H1-LG-CUMBRE	6.68	0.22	0.00	3.68	2.5	66	64	21	15	Fr.A.	19.20	9.21	1.50	0.23	0.09	0.00	11.03	11.03	57
13262	H2-LG-CUMBRE	6.87	0.33	0.20	1.63	2.0	48	62	23	15	Fr.A.	14.40	13.16	0.97	0.18	0.09	0.00	14.40	14.40	100
13263	H1-LG-LADERA	6.23	0.15	0.00	2.53	2.3	52	52	25	23	Fr.Ar.A.	17.28	12.20	1.28	2.18	0.09	0.00	15.75	15.75	91
13264	H2-LG-LADERA	6.33	0.09	0.00	1.20	2.8	50	58	21	21	Fr.Ar.A.	12.80	9.14	1.25	2.33	0.08	0.00	12.80	12.80	100
13265	H1-LG-SAAVEDRA	4.80	0.12	0.00	9.78	3.3	90	56	31	13	Fr.A.	21.92	11.10	0.37	0.27	0.08	1.40	13.22	11.82	54
13266	H2-LG-SAAVEDRA	4.89	0.06	0.00	5.94	3.1	101	60	27	13	Fr.A.	22.40	1.87	0.27	0.21	0.08	1.20	3.63	2.43	11
13267	H1-LG-GSX	5.16	0.02	0.00	1.31	3.3	73	50	25	25	Fr.Ar.A.	14.40	1.15	1.05	0.19	0.08	1.60	4.07	2.47	17
13268	H2-LG-GSX	5.27	0.08	0.00	3.75	3.1	135	60	23	17	Fr.A.	13.60	2.81	1.73	0.33	0.08	0.30	5.25	4.95	36

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso


D^o Sady García Bendezi
 Jefe del Laboratorio

ANEXO 25: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DE LAS PARCELAS P-PR, P-LGSEC 2 Y P-PL



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

Solicitante : ADRIANA ROMERO VALLE

Departamento : JUNÍN

Distrito : LA MERCED

Referencia : H.R. 55578-126C-16

Fact.: 36542

Provincia : CHANCHAMAYO

Predio : FUNDO LA GENOVA

Fecha : 08/09/16

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
11255	H1-PS Rivera	4.58	0.26	0.00	7.32	4.0	102	70	21	9	Fr.A.	17.60	3.47	1.23	0.53	0.08	0.90	6.21	5.31	30
11256	H2-PS Rivera	4.95	0.12	0.00	4.33	3.5	76	64	27	9	Fr.A.	14.40	2.31	0.80	0.46	0.07	0.50	4.14	3.64	25
11257	P5-H1-P-B Sect.2 LG	5.59	0.07	0.00	2.67	2.2	54	64	21	15	Fr.A.	13.12	5.85	1.72	0.71	0.10	0.10	8.48	8.38	64
11258	P5-H2-P-B Sect.2 LG	5.51	0.04	0.00	1.38	2.3	32	60	21	19	Fr.A.	12.80	4.62	1.57	0.74	0.13	0.30	7.36	7.06	55
11259	H1PL1	4.94	0.18	0.00	6.90	2.7	88	80	13	7	A.Fr.	18.08	3.04	0.83	1.00	0.12	0.80	5.80	5.00	28
11260	H2PL1	5.13	0.08	0.00	3.33	2.4	50	78	15	7	A.Fr.	14.08	1.82	0.47	1.02	0.10	0.60	4.00	3.40	24

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso


Dr. Sady García Bendezi
 Jefe del Laboratorio