

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN EN
DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL DEL PARQUE
NACIONAL HUASCARÁN”**

TESIS OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

BENJAMÍN AURELIO MINAYA PILCO

LIMA – PERÚ

2024

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Benjamín Minaya Pilco

Tesis final Benjamín Minaya

- Trabajo final Benjamín Minaya
- TESIS DE PRE GRADO
- Universidad Agraria la Molina

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:2939502543

Fecha de entrega

4 jun 2024, 11:01 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

20 sep 2024, 11:32 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

BMP_TESIS_POST_SUST_270524.docx

Tamaño de archivo

21.0 MB

249 Páginas

77,683 Palabras

331,751 Caracteres

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 3% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Caracteres reemplazados**
927 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 3% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN EN
DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL DEL PARQUE
NACIONAL HUASCARÁN”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL
BENJAMÍN AURELIO MINAYA PILCO**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

*Ing. Thomas Holger Valqui Haase, PhD.
Presidente*

*Ing. Julio Cesar Alegre Orihuela, PhD.
Miembro*

*Ing. Sonia Cesarina Palacios Ramos, Mg.Sc.
Miembro*

*Ing. Rosa María Hermoza Espezúa
Asesora*

*Ing. Damien Catchpole, PhD.
Co Asesor*

DEDICATORIA

A Dios, Todopoderoso y Creador del universo.

A mis padres, Oved y Seferina, por su incondicional amor y apoyo a lo largo de mi vida.

A mi hermano Jozsef, por su apoyo y ejemplo de perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento:

A mi asesora, la Ing. Rosa María Hermoza, por su orientación y apoyo invaluable durante el desarrollo de mi tesis, así como en mi etapa universitaria.

Al Dr. Damien Catchpole, por la mentoría brindada en el proyecto, además de su fundamental compañía en la fase de campo y de gabinete.

A Edwin Becerra, por su apoyo en la identificación de las especies botánicas, y al Dr. Steven Sevillano, por sus enseñanzas en estadística y redacción de tesis.

A los miembros del jurado de tesis, el Dr. Thomas Valqui, la Mg. Sc. Sonia Palacios y el Dr. Julio Alegre, por sus aportes y sugerencias para el presente trabajo.

Al Dr. Manuel Chavesta, al Mg. Sc Rolando Montenegro y al técnico Vicente Cuba, por brindarme las facilidades para el uso de los equipos e instalaciones del “Laboratorio de Ensayos Físico - Mecánicos de la madera”.

Al Dr. Enrique Gonzales y al técnico Enrique Cabrera, por brindarme las facilidades para el uso de los equipos e instalaciones del “Laboratorio de pulpa y papel”.

Al Dr. Eloy Cuéllar y a la Ing. Luisa Morales, por prestarme un ambiente adecuado en el Vivero Forestal para la recepción de las muestras de suelo.

A TEYDE S.A.C. y a las personas que hicieron posible el desarrollo del proyecto “Herramienta tecnológica para la gestión del ecoturismo en áreas naturales protegidas por el estado, e implantación en el Parque Nacional de Huascarán (ANP-DIGITALHUASCARÁN)”, financiado por el Banco Mundial a través del FONDECYT, el cual apoyó la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Antecedentes	4
2.2. El Parque Nacional Huascarán	5
2.2.1. El PNH en el contexto global	6
2.2.2. La Cordillera Blanca	7
2.2.3. La vegetación en el PNH	11
2.2.4. Bosques nativos de <i>Polylepis</i> spp	12
2.2.5. Plantaciones forestales	15
2.2.6. Pastizales andinos	17
2.3. Suelos	18
2.3.1. Propiedades físicas de los suelos	19
2.3.2. Horizonte orgánico	22
2.3.3. Materia orgánica	22
2.4. Agua en el suelo	23
2.4.1. Movimiento de agua en el suelo	24
2.4.2. Infiltración	25
2.4.3. Factores que afectan a la infiltración	27
2.4.4. Conductividad hidráulica saturada.....	30
2.4.5. Medición de la conductividad hidráulica saturada en campo	32
2.4.6. Escorrentía	34
2.5. Ecosistemas forestales y el agua	34
2.5.1. Ciclo hidrológico en los bosques andinos.....	36
2.5.2. Servicios ecosistémicos hidrológicos de los bosques andinos.....	38

2.6.	Influencia del cambio de uso de suelo sobre el agua	40
2.6.1.	Uso agrícola.....	40
2.6.2.	Ganadería.....	41
2.6.3.	Plantaciones forestales.....	41
III.	METODOLOGÍA	43
3.1.	Duración del estudio	43
3.2.	Área de estudio	43
3.2.1.	Ubicación.....	43
3.2.2.	Geomorfología.....	45
3.2.3.	Clima	46
3.2.4.	Ecosistemas	48
3.2.5.	Hidrografía.....	48
3.2.6.	Actividades económicas	48
3.3.	Materiales.....	49
3.4.	Diseño experimental y descripción de los parches de cobertura vegetal.....	49
3.4.1.	Bosques nativos de queñuales (C).....	53
3.4.2.	Plantaciones de queñuales (Z).....	54
3.4.3.	Plantación mixta de queñual y eucalipto (E).....	57
3.4.4.	Pastizales andinos (P).....	58
3.5.	Metodología para la recolección de datos en campo	60
3.5.1.	Muestreo de suelos	60
3.5.2.	Caracterización de la vegetación	61
3.5.3.	Registro del horizonte orgánico.....	67
3.5.4.	Medición del contenido inicial de humedad volumétrica (θ_i).....	68
3.5.5.	Determinación de la conductividad hidráulica saturada en campo (Kfs).....	69
3.6.	Metodología para obtención de datos en laboratorio	73
3.6.1.	Caracterización de propiedades físicas del suelo	73

3.7. Análisis estadístico	75
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	80
4.1. Condiciones del suelo.....	80
4.2. Caracterización de la vegetación.....	86
4.3. Capacidad de infiltración (<i>Kfs</i>)	91
V. CONCLUSIONES	102
VI. RECOMENDACIONES	104
VII. BIBLIOGRAFÍA	106
VIII. ANEXOS	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: ...Zonificación de la Reserva Biósfera Huascarán	7
Tabla 2: ...Características de propiedades de partículas minerales del suelo	19
Tabla 3: ...Clasificación de la conductividad hidráulica	31
Tabla 4: ...Valores de conductividad hidráulica en ecosistemas andinos	32
Tabla 5: ...Codificación de puntos de muestreo en las subcuencas evaluadas.....	52
Tabla 6: ...Ubicación de las parcelas del bosque nativo de queñual en Llanganuco	54
Tabla 7: ...Ubicación de las parcelas de las plantaciones de queñual	55
Tabla 8: ...Ubicación de las parcelas de plantaciones mixtas en Quillcayhuanca	58
Tabla 9: ...Ubicación de las parcelas de pastizales	59
Tabla 10: .Modificación de la escala de Braun-Blanquet para uso cuantitativo.....	63
Tabla 11: .Interpretación de los valores del índice de Shannon-Wiener (H')	64
Tabla 12: .Interpretación para el índice de diversidad de Simpson (1-D)	66
Tabla 13: .Parámetros para evaluar los ecosistemas forestales.....	67
Tabla 14: .Valores de α^* de acuerdo con la textura del suelo	72
Tabla 15: .Resultados de la prueba Shapiro Wilk ($p = 0,05$) de las propiedades del suelo en cada tipo de cobertura vegetal.....	76
Tabla 16: .Resultados de la prueba de normalidad Shapiro Wilk ($p = 0,05$) para los índices y parámetros de vegetación en cada tipo de cobertura vegetal	78
Tabla 17: .Mediana (Me), percentil 25 (P_{25}) y percentil 75 (P_{75}) de las propiedades del suelo por tipo de cobertura vegetal.....	81
Tabla 18: .Número de muestras por tipo de textura en los tipos de cobertura vegetal	84
Tabla 19: .Mediana (Me), percentil 25 (P_{25}) y percentil 75 (P_{75}) de los parámetros de vegetación por tipo de cobertura vegetal.....	87
Tabla 20: .Mediana (Me), percentil 25 (P_{25}) y percentil 75 (P_{75}) de la capacidad de infiltración (Kfs) por tipo de cobertura vegetal	91

Tabla 21: Correlaciones internas de las variables ambientales, valor propio, significancia fracción de suelo-ambiente para los tres ejes del CCA y el porcentaje acumulado de varianza..	94
Tabla 22: Correlación entre Kfs , indicadores de biodiversidad y parámetros de estructura forestal ...	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Triángulo de clasificación del suelo en función de la textura	20
Figura 2: Flujo vertical del agua en el suelo	25
Figura 3: Procesos del ciclo hidrológico en los bosques andinos	37
Figura 4: Mapa de las subcuencas Llanganuco y Quillcayhuanca, áreas de estudio dentro del PNH..	45
Figura 5: Valle Llanganuco (A) y valle Quillcayhuanca (B)	46
Figura 6: Climograma de Llanganuco.....	47
Figura 7: Climograma de Quillcayhuanca	47
Figura 8: Ubicación de parcelas de cobertura vegetal en Llanganuco	50
Figura 9: Ubicación de parcelas de cobertura vegetal en Quillcayhuanca.....	50
Figura 10: Parcela de evaluación en plantación de queñual, con los ocho puntos de muestreo	51
Figura 11: Esquema de un punto de muestreo	51
Figura 12: Bosque nativo de queñual	54
Figura 13: Plantación de edad intermedia (A) y madura (B) de Queñual en Llanganuco	55
Figura 14: Plantación de edad intermedia (A) y madura (B) de queñual en Quillcayhuanca	57
Figura 15: Vista exterior (A) e interior (B) de la plantación mixta en Quillcayhuanca....	58
Figura 16: Pastizales en Llanganuco (A) y en Quillcayhuanca (B)	59
Figura 17: Instalación del cilindro (A) para extraer la muestra de suelo (B).....	61
Figura 18: Cuadrante de caracterización de vegetación.....	61
Figura 19: Proceso de la toma de datos de la vegetación.....	62
Figura 20: Espesor del horizonte O en la plantación mixta (A) y en una plantación de queñual (B)	68
Figura 21: Medición de humedad del suelo alrededor del punto de ensayo de infiltración	69

Figura 22: Materiales utilizados en el ensayo de infiltración: (A) herramienta de nivelación y comba, (B) infiltrómetro simple, (C) cronómetro, (D) balde con agua y jarra medidora.	70
Figura 23: Registro del tiempo de infiltración	71
Figura 24: Secado de las muestras de suelo en la estufa	74
Figura 25: Diagramas de caja de los valores de Densidad aparente (A), Horizonte orgánico (B), Materia orgánica (C), Arena (D), Limo (E) y Arcilla (F) entre los seis tipos de cobertura vegetal.....	85
Figura 26: Diagramas de caja de los valores de riqueza (A), Índice de Shannon (B), Índice de Simpson (C), Área basal (D), Densidad arbórea (E) entre los tipos de cobertura vegetal....	90
Figura 27: Diagrama de cajas de los valores de <i>Kfs</i> de los tipos de cobertura vegetal ..	92
Figura 28: Diagrama de ordenación CCA de los dos primeros ejes que muestra la distribución de las fracciones de suelo y las variables ambientales.	95
Figura 29: Diagrama de ordenación bidimensional CCA de los dos primeros ejes, que muestra la distribución de 184 puntos de muestreo (6 tipos de cobertura vegetal) y variables ambientales.	96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.. Materiales para la obtención de datos.....	131
Anexo 2.. Ubicación de puntos de muestreo por tipo de cobertura vegetal	133
Anexo 3.. Resultado del muestreo de suelos por tipo de cobertura vegetal	139
Anexo 4.. Resultado de los ensayos de infiltración para determinar la conductividad hidráulica saturada en campo	149
Anexo 5.. Resultado de riqueza de especies, índice de Shannon, índice de diversidad de Simpson, área basal y densidad arbórea	155
Anexo 6.. Resultado de los valores de la escala de Braun-Blanquet en cada tipo de cobertura vegetal	165
Anexo 7.. Valores de la escala de Braun-Blanquet para uso cuantitativo en ecosistemas forestales (cobertura de dosel).....	207
Anexo 8.. Pruebas estadísticas	210
Anexo 9.. Imágenes de las especies botánicas	238

RESUMEN

Los ecosistemas altoandinos brindan diferentes beneficios, entre los cuales destacan la provisión y regulación del agua y estos últimos pueden ser representados por la capacidad de infiltración del agua en el suelo. En los andes peruanos, el Parque Nacional Huascarán es un proveedor principal del recurso agua, gracias a su ubicación e interacción con el clima; sin embargo, los ecosistemas vegetales (forestales y pastizales), han experimentado una serie de cambios, generando impactos sobre los servicios relacionados al agua. Por ello, en la presente investigación se evaluó y comparó la capacidad de infiltración entre parcelas de un bosque nativo de queñual, dos plantaciones puras de queñual, una plantación mixta con predominio de queñual sobre eucalipto y pastizales naturales; determinando la relación de las características del suelo y de la vegetación con la capacidad de infiltración. Se calcularon las propiedades físicas del suelo (densidad aparente, textura) y la cantidad de materia orgánica, junto con el grosor del horizonte orgánico (formado por hojarasca y restos vegetales). Los resultados indican que los suelos de textura arenosa, con baja densidad y horizontes orgánicos gruesos, cuentan con las mejores condiciones físicas para una alta capacidad de infiltración, siendo la plantación mixta la que presentó los valores más altos, inclusive superando los resultados del bosque nativo de queñual. Asimismo, se midió la cobertura vegetal, mediante la escala Braun Blanquet, la riqueza y la biodiversidad utilizando los índices de Shanon Wiener y de Simpson. Estos resultados se complementaron con los parámetros de área basal, densidad arbórea y cobertura de dosel en los ecosistemas forestales. Se evidenció que los valores obtenidos no se asocian con la capacidad de infiltración de los ecosistemas forestales; y por el contrario, el raleo adecuado y la biomasa de las raíces podrían influir sobre la capacidad de infiltración.

Palabras clave: Infiltración, vegetación, plantación mixta, queñual, biodiversidad

ABSTRACT

High Andean ecosystems provide different benefits, among which water provision and regulation stand out, and the latter can be represented by the water infiltration capacity of the soil. In the Peruvian Andes, the Huascarán National Park is a main provider of water resources, thanks to its location and interaction with the climate; however, the vegetation ecosystems (forest and grasslands) have undergone a series of changes, generating impacts on water-related services. For this reason, the present research evaluated and compared the infiltration capacity between plots of a native queñual forest, two pure queñual plantations, a mixed plantation with a predominance of queñual over eucalyptus and natural pastures, determining the relationship between soil and vegetation characteristics and infiltration capacity. Soil physical properties (bulk density, texture) and the amount of organic matter were calculated, together with the thickness of the organic horizon (consisting of leaf litter and plant debris). The results indicate that sandy textured soils with low density and thick organic horizons have the best physical conditions for high infiltration capacity, with the mixed plantation having the highest values, even surpassing the results of the native queñual forest. The vegetation cover was also measured using the Braun Blanquet scale, richness and biodiversity using the Shannon Wiener and Simpson indices. These results were complemented with the parameters of basal area, tree density and canopy cover in the forest ecosystems. It was found that the values obtained are not associated with the infiltration capacity of forest ecosystems; on the contrary, adequate thinning and root biomass could influence infiltration capacity.

Keywords: Infiltration, vegetation, mixed planting, queñual, biodiversity.

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, los ecosistemas de alta montaña están recibiendo una mayor atención por parte de las poblaciones, debido a los servicios que brindan, tales como el almacenamiento de carbono, estabilización de suelos, junto con la provisión y regulación de agua (Farley *et al.*, 2005; Messerli *et al.*, 2004; Viviroli & Weingartner, 2004). Estos dos últimos cobran mayor relevancia al vincularse con los tipos de cobertura de suelo, tales como los glaciares y los ecosistemas vegetales. Ahora bien, los glaciares han sido ampliamente estudiados a nivel global, aún es necesario comprender la interacción entre los ecosistemas de alta montaña y la infiltración como parte del ciclo del agua, con el fin de mejorar las estrategias de conservación para la disponibilidad de los recursos hídricos a largo plazo (Ahlering *et al.*, 2020). Además, es importante tomar en cuenta el impacto de las actividades antrópicas (deforestación, cambio de uso de suelo, pastoreo, manejo, etc.) sobre el recurso hídrico en estos ecosistemas (Doornbos, 2015; Ochoa-Tocachi *et al.*, 2016).

A nivel regional, los ecosistemas forestales andinos han experimentado una serie de cambios importantes en cuanto a su cobertura, a través de la reforestación y deforestación, afectando los servicios hidrológicos brindados a las poblaciones, quienes dependen del agua proveniente de la cordillera andina (Mathez-Stiefel *et al.*, 2017).

En el Perú, el Parque Nacional Huascarán (PNH) es considerado uno de los lugares con mayor biodiversidad altoandina y un principal proveedor del recurso hídrico, gracias a la presencia de la Cordillera Blanca (CB), la cual, debido a su relieve sobresaliente y gran altitud, hace posible la captación de diferentes tipos de precipitaciones (nieve y lluvias) a lo largo y ancho de su extensión (SERNANP, 2015). Esta precipitación regional, demostró una marcada variabilidad interanual en el inicio de la época de lluvias durante las últimas décadas (Gurgiser *et al.*, 2016), lo que originaría retos futuros en cuanto a la escasez y disponibilidad de agua, impactando en su aprovechamiento, llegando incluso a pasar por períodos de déficit hídrico (COEN, 2020).

Frente a este panorama, el bosque nativo dentro del PNH cobra mayor importancia como infraestructura natural que contribuye con la regulación del agua y la seguridad hídrica (Cassin & Locatelli, 2020); asimismo, desde hace muchos años las comunidades campesinas cercanas al PNH han establecido plantaciones de especies nativas (*Polylepis* spp.) con fines de conservación, y de origen exótico (*Eucalyptus* spp.) como fuente de madera (Beatriz Fuentealba & Sevillano, 2016). Al respecto, Doombos (2015) indica que el aumento de la cobertura forestal en las cuencas altoandinas favorece la disponibilidad hídrica, sosteniendo los caudales base y amortiguando los caudales máximos; sin embargo, a pesar del creciente interés en las actividades de forestación y restauración, la relación entre los bosques y el agua es compleja, pudiendo generar efectos positivos o negativos para la regulación hídrica gracias a la interacción de diferentes factores (Cerrón *et al.*, 2019). Se conoce que las características de cada tipo de cobertura vegetal tienen un gran impacto en la regulación hídrica (Villegas, 2004), sumado al hecho de que la relación clima-suelo-vegetación es dinámica, cambiando con el tiempo y espacio, y generando una variedad en las respuestas de los sitios evaluados (Rodríguez-Iturbe, 2000). Además, teniendo en cuenta la brecha de información en la región Sudamérica, en cuanto a la relación del agua con los ecosistemas forestales de especies nativas (bosques naturales y plantaciones), ya que la mayor parte de la información disponible hace referencia a las plantaciones de especies exóticas (Bonnesoeur *et al.*, 2019), se hace necesario que los estudios de hidrología forestal se realicen en diferentes cuencas de un lugar (Llerena *et al.*, 2007).

Por ello, frente al régimen hidrológico tan variable de la Cordillera Blanca (CB) (Gurgiser *et al.*, 2016), lograr conocer el impacto de la forestación con especies nativas en la infiltración, parámetro que contribuye al servicio de regulación de agua, sería muy útil para justificar medidas de manejo frente a escenarios de escasez o abundancia, ya que mejoraría el conocimiento para el modelamiento hidrológico sobre la función de los bosques de especies nativas como reservorios y fuentes de agua, con el fin de regular el caudal de los ríos. Incluso, este conocimiento sería útil para la ordenación del territorio, clasificando los usos de suelo con relación a su comportamiento con el agua (Young *et al.*, 2017).

En ese contexto, en el presente trabajo se evaluó la infiltración en suelos de ecosistemas forestales versus los pastizales naturales ubicados en los valles de Llanganuco y Quillcayhuanca, de la parte occidental del PNH. Planteando como objetivo general: evaluar la capacidad de infiltración y las variables que la afectan en diferentes tipos de cobertura vegetal: (1) bosques nativos de *Polylepis* spp., (2) plantaciones de *Polylepis* spp., (3) plantaciones mixtas de *Polylepis* spp y *Eucalyptus* spp y (4) pastizales andinos; y como objetivos específicos, los siguientes: determinar los efectos de las propiedades físicas del suelo en la capacidad de infiltración por cada tipo de cobertura vegetal y determinar los efectos de las características de la vegetación en la capacidad de infiltración por cada tipo de cobertura vegetal.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Gómez *et al* (2014) realizaron un estudio en la cuenca del río Shullcas en Huancayo (andes centrales de Perú), con el objetivo de evaluar y determinar el tipo de uso de tierra que presentaba la mayor tasa de infiltración. Para esto, compararon los resultados obtenidos con el método de doble anillo en las tierras forestales, agrícolas y de pastoreo que se ubicaban en la zona. Obteniendo como resultados: la falta de diferencia estadística entre las tasas de infiltración de las tierras forestales y agrícolas, las cuales tenían los valores más altos y similares; mientras que las tierras de pastoreo presentaron los valores más bajos y una gran diferencia estadística al compararla con los otros tipos de uso de tierra evaluados.

Asimismo, Gonzalez (2015) llevó a cabo un estudio en la quebrada Quilcayhuanca, ubicada en el Parque Nacional Huascarán, en el cual utiliza el anillo doble para evaluar las tasas de infiltración entre plantaciones de *Polylepis* spp de 11 y 29 años, y un suelo sin cobertura arbórea, durante la época seca. Los resultados indicaron que las plantaciones de mayor edad proporcionaban una mayor tasa de infiltración, aunque no se identificó diferencia estadística alguna, además de una lámina de infiltración muy superior a comparación del suelo sin cobertura.

En la época seca de la sierra limeña, en la comunidad campesina Santiago de Carampoma, Yáñez *et al* (2017) compararon la infiltración aplicando el método de anillo simple entre un bosque relicto de *Polylepis* spp , un pastizal parcialmente compactado por ganadería y un sistema de cultivo de papas en andenes. Para ello tomó en cuenta el rango altitudinal y la pendiente topográfica, encontrando que este último factor tuvo una mayor influencia en la tasa

de infiltración. Los mayores valores de infiltración se hallaron en la parte del bosque relicto de *Polylepis* con pendiente mayor a 60 %, siendo las condiciones de mayor cantidad de hojarasca y humedad inicial las que beneficiaron al suelo forestal.

Por otro lado, Bonnesoeur *et al* (2019) realizaron una revisión sistemática de diferentes estudios sobre el impacto del aumento de cobertura boscosa (sea por plantaciones o regeneración natural) en los servicios hidrológicos (suministro y regulación hídrica, control de erosión) en los andes, tomando al proceso de infiltración como un parámetro que contribuye al proceso de regulación de agua. Al respecto, hallaron que el aumento de la cobertura arbórea permite el incremento de las tasas de infiltración hasta ocho veces luego de 14 años, sin embargo, no supera a los valores encontrados en bosques nativos.

2.2. El Parque Nacional Huascarán

Con una extensión de 3400 km², el Parque Nacional Huascarán (PNH) ocupa cerca del 30 % de la región Ancash (centro-norte del Perú), abarcando las siguientes provincias: Huaylas, Yungay, Carhuaz, Huaraz, Recuay, Bolognesi, Pomabamba, Huari, Mariscal Luzuriaga y Asunción. Fue creado por el gobierno peruano en 1975 (Decreto Supremo N° 0622-75-AG) con el objetivo de conservar la Cordillera Blanca (CB), la cual posee una gran biodiversidad en los 44 valles que la atraviesan de este hacia oeste y viceversa, que además integra varios ecosistemas; en el año 1977 se le reconoce como Reserva de Biósfera por la UNESCO y en 1985 se le otorga el título de Patrimonio Natural de la Humanidad (Byers, 2000; SERNANP, 2017).

El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) indica que la categoría de esta Área Natural Protegida (ANP) es la de Parque Nacional, cuya definición es la siguiente: “áreas que constituyen muestras representativas de la diversidad natural del país y de sus grandes unidades ecológicas. En ellos se protege con carácter intangible la integridad ecológica de uno o más ecosistemas, las asociaciones de la flora y fauna silvestre, además de los procesos sucesionales y evolutivos, así como otras características, paisajísticas y culturales que resulten asociadas” (SERNANP, 2010).

Por ello, uno de los objetivos importantes del PNH es el mantenimiento de los servicios ecosistémicos brindados por la CB, entre los que destacan: control de erosión, propagación de semillas de pastos, y, la provisión y regulación hídrica de los nevados, ríos y lagunas que mantienen el caudal ecológico de los ríos que benefician directamente a las poblaciones, tales como: Santa, Marañón y Pativilca (SERNANP, 2017).

Además, la interacción de la abundante biodiversidad, los servicios ecosistémicos y la belleza paisajística de este lugar, ha permitido el desarrollo de actividades antrópicas como el turismo, ganadería, agricultura y siembra de plantaciones forestales por parte de las comunidades que habitan en su interior y en los alrededores (Byers, 2000; SERNANP, 2017).

2.2.1. El PNH en el contexto global

Las características tan particulares en el aspecto biológico, paisajístico, social y cultural, permitieron que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) haya reconocido este lugar como Reserva de Biósfera, abarcando el PNH y su zona de amortiguamiento, incluyendo las comunidades y poblados que habitan en ella, cuyo objetivo principal es la conservación del capital genético vegetal y animal que poseen, así como la creación de espacios para la investigación, monitoreo, capacitación y entrenamiento de especialistas (SERNANP, 2010). Siendo definida de la siguiente manera: “Las Reservas de Biósfera son ecosistemas terrestres o marinos, o una combinación de ambos, reconocidos internacionalmente por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el marco del Programa sobre el Hombre y la Biósfera (MAB). En tal sentido, deben satisfacer una serie de criterios y cumplir un mínimo de condiciones para ser reconocidos como parte integrante de la Red Internacional de Reservas de Biósfera”. (SERNANP, 2010). La superficie de la Reserva de Biósfera Huascarán se encuentra zonificada de la siguiente manera:

Tabla 1: Zonificación de la Reserva Biósfera Huascarán

Zona	Superficie (ha)	Porcentaje (%) con respecto al área de la región Ancash
Núcleo (PNH)	340 000,00	10
Zona de amortiguamiento	170 200,00	5
Zona de transición	645 600,00	18
TOTAL	1 155 800,00	32

Fuente: SERNANP (2010)

Asimismo, la UNESCO también reconoce al PNH como Patrimonio Natural de la Humanidad, debido a su importancia en la conservación y fuente de conocimiento para la humanidad. El concepto de éste título se encuentra enmarcado de la siguiente forma : “Los Sitios del Patrimonio Mundial son aquellos lugares que constituyen ejemplos sobresalientes, únicos e irremplazables de la diversidad biológica y la riqueza natural del mundo, por tanto tienen valor universal excepcional y pertenece a todos los pueblos del mundo, sin perjuicio de la soberanía del país y de los derechos previstos en la legislación nacional vigente; por tanto, merecen una protección especial contra los peligros crecientes que los amenazan. Por ello son incluidos en la Lista del Patrimonio Mundial establecida en el marco de la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, UNESCO 1972” (SERNANP, 2010).

2.2.2. La Cordillera Blanca

La Cordillera Blanca (CB) es la cadena más larga de montañas tropicales en el mundo, cuenta con más de 300 picos que superan los 6000 m.s.n.m., siendo el nevado Huascarán el más alto de la zona tropical a nivel global (6768 m.s.n.m.) ; asimismo, alberga 712 glaciares y 434 lagunas que alimentan gran parte de las cuencas hidrográficas del centro-norte del Perú (SERNANP, 2017; Sevink, 2008). Con 180 km de longitud y 20 km de ancho, esta cordillera cumple la función de barrera geográfica continental, influyendo en el clima regional (Schauwecker *et al.*, 2014).

Desde el año 1930, la CB ha experimentado un marcado retroceso glaciar (Georges, 2004), provocado por el calentamiento global, el cual parece haber disminuido en los últimos 30 años (Schauwecker *et al.*, 2014). Éste fenómeno originó el deshielo que alimenta los caudales, sobre todo durante la época seca, modificando el régimen hídrico regional, y generando un impacto considerable en el caudal de los ríos utilizados por las poblaciones aledañas y las actividades económicas (Baraer *et al.*, 2012; Kaser *et al.*, 2003).

a. Regímenes climáticos en la Cordillera Blanca

En Sudamérica existen sistemas atmosféricos, que contienen masas de aire y vientos, tales como la Alta de Bolivia (AB), la Vaguada del Nor Este de Brasil (VNEB), los sistemas semipermanentes como el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), Anticiclón del Atlántico Sur (AAS) y la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), los cuales siguen diferentes patrones de circulación e interactúan mediante complejos procesos termodinámicos, y que junto a los factores geográficos como la latitud, longitud y la Cordillera de los Andes, controlan el clima y tiempo a nivel regional (SENAMHI, 2013).

El SENAMHI (2013) señala que el papel de la Cordillera de los Andes es el de una barrera natural que divide al continente en dos vertientes: la occidental, con un clima seco y la oriental, con un clima húmedo; cuando esta barrera geográfica interactúa con los sistemas atmosféricos, se obtiene una marcada diferencia temporal en la temperatura y precipitaciones, donde el verano se caracteriza por ser lluvioso y el invierno por ser seco. El SENAMHI (2013) explica ambas estaciones de la siguiente manera:

- Verano austral: en el nivel alto de la atmósfera de Sudamérica (12 km), la Alta de Bolivia circula como efecto de la presencia de humedad atmosférica y calor, proyectándose sobre Perú, Chile y Bolivia; y a su vez, interactúa con la Vaguada del Noreste de Brasil (VNEB), generando precipitaciones sobre el norte de Chile y Bolivia, y en el centro y sur del Perú, las cuales afectan a la región Ancash, obteniendo los registros de altos valores de precipitaciones y temperaturas mínimas anuales; en la zona baja de la atmósfera, los vientos húmedos provenientes del Amazonas y del Atlántico son desviados hacia el sur gracias a la cordillera, ocasionando precipitaciones en la zona central del Perú, principalmente en la parte oriental de Ancash. Asimismo, el encuentro de los vientos alisios del hemisferio norte y sur

conforman la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) en la parte ecuatorial, cuyo movimiento se relaciona con la posición del sol a lo largo del año; la ZCIT interactúa con el Anticiclón del Pacífico Sur (APS), desplazándose hacia la línea ecuatorial y originando vientos en la parte norte del Perú que contribuyen con el clima cálido y húmedo en la zona central del país, con repercusión en la región Áncash.

- Invierno austral: Durante esta época, en el nivel alto de la atmósfera, los vientos secos en Sudamérica se mueven intensamente hacia el oeste, llegando al centro-sur de Perú y norte de Chile, convergiendo hasta ocasionar la subsidencia. Ello, genera pocas o nulas precipitaciones, registrándose un amplio rango térmico entre el día y la noche, así como fuertes heladas (debajo de 0°) en los territorios por encima de los 3000 m.s.n.m. en Ancash. Además, en el nivel bajo de la atmósfera, las masas de aire húmedo se mueven hacia la parte norte del continente, dejando las masas con menor humedad en Perú, derivando en bajas precipitaciones en la zona oriental de Ancash y nulas o escasas en el occidente. La ZCIT se mueve hacia la parte norte de Sudamérica, provocando lluvias.

A nivel local, la Cordillera Blanca (CB) cumple el papel de barrera para las masas de aire cálido y húmedo que provienen de la Cuenca Amazónica (CA), las cuales ascienden por efecto orográfico, generando precipitaciones más intensas en la parte oriental de la CB, y que contribuyen a la formación de una mayor cantidad de glaciares, a comparación de la parte occidental; al mismo tiempo, este fenómeno ocasiona que el callejón de Huaylas (occidente) sea menos húmedo que el callejón de Conchucos (oriente) (Sevink, 2008; Villanueva Ramírez, 2011). Las precipitaciones intensas se dan cuando, en el nivel medio de la atmósfera, las masas de aire cálido y húmedo provenientes de la cuenca amazónica llegan a las montañas y convergen con los vientos de valle-montaña (de origen local), causados por el calentamiento diurno, provocando que estas lluvias ocurran en la tarde, alimentando a la cuenca del río Santa (SENAMHI, 2013). Sin embargo, cuando ocurre el fenómeno de “El Niño”, los vientos húmedos proveniente del Océano Pacífico (OP) ocasionan mayores precipitaciones en el lado occidental; asimismo, ante un gran número de repeticiones de “El Niño” y “La Niña”, la interacción entre el OP y la cuenca amazónica se vuelve más compleja (Kaser *et al.*, 2003; Sevink, 2008).

El clima en la vertiente occidental de la CB (3000-3500 m.s.n.m.), en donde se halla la cuenca del río Santa, es de tipo semiseco y templado, y se observa una variación estacional muy marcada, debido a que durante el verano (noviembre-abril) se producen abundantes lluvias (estación húmeda) y en el invierno, otoño y primavera (mayo - octubre) se observa un déficit de precipitaciones (estación seca); en esta zona ocurre una fluctuación extrema de temperaturas entre el día y la noche, gracias a la altitud y nubosidad, disminuyen en promedio 0,5 °C por cada 100 m, llegando a oscilar entre 2 y 28° C durante el año (Kaser *et al.*, 2003; SENAMHI, 2009, 2013; Sevink, 2008). Incluso, a pesar del calentamiento global, durante las últimas décadas se ha registrado una disminución de las temperaturas máximas de aire, junto a un aumento de precipitaciones (Gurgiser *et al.*, 2016; Schauwecker *et al.*, 2014).

b. Regímenes hidrológicos en la Cordillera Blanca

Pourret *et al* (2014) señalan que los regímenes hidrológicos de un lugar, dependen de las características de las masas de aire regionales y su interacción con los factores geográficos, tales como la latitud, longitud, relieve y corrientes oceánicas, lo que conlleva a una distribución de lluvias desigual a lo largo de una temporada (un año) que diferencia la época seca y húmeda.

Diferentes investigadores (Kaser & Georges, 1997; Philip J. Schoeneberger & Wysocki, 2005; SENAMHI, 2013) indican que el clima regional controla los regímenes hidrológicos, mediante el movimiento de las masas de aire atmosférico que influyen en los cambios de patrones de precipitación; así mismo, la evaporación de lagos, suelos saturados de humedad y evapotranspiración de la vegetación, aportan una cantidad relevante de humedad para las precipitaciones en las cabeceras de cuenca. Finalmente, en la CB se puede distinguir dos estaciones de clima:

- La estación húmeda, donde la precipitación supera a la evapotranspiración, dando lugar a un exceso de agua interna en el suelo (mayor humectación), elevando la capa freática y permitiendo la escorrentía desde las zonas altas hacia las bajas; y
- La estación seca, con una precipitación menor a la evapotranspiración, se obtiene un déficit de agua interna en el suelo, el cual se aleja de los ríos.

A su vez, la distribución de precipitaciones marca la diferenciación de los regímenes de lluvias en las zonas andinas, obteniendo los valores de precipitación más bajos en la vertiente occidental (sotavento) de los Andes (Morera, 2014). De esta manera, se observa que en la CB, la precipitación aumenta de oeste hacia el este, registrando valores anuales entre 400 y 1400 mm (SENAMHI, 2009). Sin embargo, durante las últimas décadas (1964-2013), en la CB se ha observado una variabilidad interanual en el inicio de las precipitaciones junto al aumento de las mismas de hasta 60 mm/década (desde los años 90), los cuales influyen en la variación de los caudales (Glas, 2018; Gurgiser *et al.*, 2016; Schauwecker *et al.*, 2014).

Así pues, la precipitación es la principal fuente de recarga de las aguas subterráneas en las montañas, a través de la infiltración en el suelo, aparte del deshielo de glaciares y la recarga concentrada en los caudales (Baraer *et al.*, 2009, 2012; Somers & Mckenzie, 2020). El efecto de las precipitaciones es influenciado por diferentes factores, como las características del suelo, topografía, temperaturas bajas y la vegetación asociada, donde la interacción de estos dos últimos originan bajas tasas de evapotranspiración y aumentan la capacidad de recarga de acuíferos (M. L. Goulden *et al.*, 2012; Michael L. Goulden & Bales, 2014; Philip J. Schoeneberger & Wysocki, 2005).

En la CB, la recarga de aguas subterráneas por parte de las precipitaciones es variable y muy importante, debido a que puede aportar hasta el 80 % del caudal de los ríos durante la época seca (Baraer *et al.*, 2012; Glas *et al.*, 2018; Somers & Mckenzie, 2020), impactando directamente en los servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico (infiltración y escorrentía), así como en las actividades de producción (Glas *et al.*, 2018; Kaser *et al.*, 2003; Philip J. Schoeneberger & Wysocki, 2005).

2.2.3. La vegetación en el PNH

Se observó que hasta un 25 % del PNH ha sufrido alguna modificación en la cobertura vegetal del suelo, entre 1999 y 2010; siendo el ecosistema predominante la “Puna húmeda”, caracterizado por un amplio rango altitudinal (2000 - 6000 m.s.n.m.), clima húmedo y escasas lluvias en época seca, ocasionando un déficit hídrico (Josse *et al.*, 2009; Young *et al.*, 2017).

La mayor parte del PNH se ubica por debajo de los 4800 m.s.n.m., donde los pastizales de puna (pajonales) y bosques altoandinos predominan en los paisajes, estos últimos se encuentran principalmente conformados por remanentes de queñuales (*Polylepis* spp.) y colle (*Buddleia* spp.); sin embargo, el ecosistema forestal con especies exóticas ha ido en aumento, dentro de las cuales destacan las plantaciones de pino y eucalipto (Byers, 2000; Llerena *et al.*, 2017). En el caso de las plantaciones de especies nativas del género *Polylepis*, también se han ido estableciendo durante los últimos años, con fines de conservación (Beatriz Fuentealba & Sevillano, 2016).

Así mismo, otros tipos de cobertura vegetal que se encuentran en el PNH son: los bofedales, donde predominan las familias Ciperaceae, Juncaceae, Poaceae, Asteraceae y algunas briófitas, cabe resaltar que este hábitat cumple un importante papel en la regulación hídrica; los matorrales, ubicados cerca a los bosques altoandinos, en donde se encuentran arbustos como *Baccharis tricuneata*, *Gynoxys caracensis* y *Miconia salicifolia*, los cuales sirven como refugio para la fauna silvestre (SERNANP, 2017).

2.2.4. Bosques nativos de *Polylepis* spp

a. Distribución y características vegetativas de *Polylepis* spp

El género *Polylepis* (Rosaceae) se distribuye en los andes sudamericanos, estableciéndose en alturas entre 3500 y 5000 m.s.n.m. (Kessler, 2006). Posee una taxonomía compleja, razón por la cual no se tiene un número exacto de especies, habiéndose reportado entre 28 y 33 (Segovia-Salcedo *et al.*, 2018; Simpson, 1979), siendo Perú el país que alberga la mayor cantidad de especies de *Polylepis* (19) que se distribuyen en 19 regiones del país, contando con cinco especies endémicas (Mendoza & Cano, 2011).

Su distribución obedece al efecto de causas naturales (e.g: la diversidad topográfica, clima, tipo de reproducción, hibridación, etc) y antrópicas (tala y quema de bosques, impacto del ganado, etc), que ocasionaron la fragmentación de sus bosques y continua siendo motivo de investigación (Kessler, 2002; Mendoza & Cano, 2011; Sevillano-Ríos & Morales, 2021; Toivonen *et al.*, 2017; Zutta *et al.*, 2012). En el PNH se han podido identificar bosques nativos

con las siguientes especies de *Polylepis*: *Polylepis sericea*, *Polylepis reticulata*, *Polylepis albicans* y *Polylepis weberbaueri* (Castro & Flores, 2015; Sevillano-Ríos & Morales, 2021).

Los individuos de *Polylepis* spp son llamados comúnmente “queñuales” en Perú, y presentan alturas entre 5 y 10 m, con diámetros entre 20 y 40 cm (Kessler, 2006; Reynel & Marcelo, 2009), aunque en el PNH se pueden encontrar bosques muy antiguos, con árboles que tienen un DAP por encima de los 100 cm y alturas de hasta 26 m (Castro & Flores, 2015). Tienen un fuste de madera dura que puede ser único o bifurcado, retorcido y con abundante ramificación, con una corteza formada por muchas láminas de color rojizo-marrón, motivo por el cual se le denomina “*Polylepis*” (“poly” muchos y “lepides”, láminas), la cual brinda protección contra el frío y fuego (Cuyckens & Renison, 2018; Muñoz-Schick *et al.*, 2012; Reynel & Marcelo, 2009; Zuñiga, 2001). Según la especie, el follaje puede ser siempreverde o semidecídulo, de color verde azulado o grisáceo, con hojas pequeñas, compuestas e imparipinnadas (observándose entre 3 y 9 folíolos), presenta inflorescencia racimosa, con flores pequeñas y hermafroditas, y frutos secos e irregulares; además, su polinización es principalmente anemófila, con floración entre mayo y noviembre, y fructificación entre abril y julio (Cuyckens & Renison, 2018; Reynel & Marcelo, 2009).

b. Ecología de los bosques de *Polylepis* spp

El género *Polylepis* abarca una gran variedad de hábitats del continente sudamericano, los cuales van desde los bosques nublados húmedos hasta las zonas áridas del Altiplano, adaptándose a diferentes condiciones climáticas y ambientales, afectadas principalmente por la temperatura, radiación solar, humedad y tipo de suelo (Kessler, 2006; Sevillano-Ríos & Morales, 2021).

Desde hace milenios, éstos bosques se encontraban ampliamente distribuidos; sin embargo, las actividades humanas, como el sobrepastoreo y quema de pastizales adyacentes, han contribuido con la destrucción de aproximadamente el 95 % de su extensión, fragmentándolos en parches que se ubican en las laderas rocosas de las montañas, además de modificar su composición de flora y fauna (Fjeldså, 1993, 2002; Kessler, 2006). A pesar de esto, los bosques nativos de queñuales funcionan como refugio para una gran cantidad de especies: 425 plantas, dentro de las cuales destacan las epífitas, herbáceas, forrajeras y tubérculos; 266 aves (p.e:

perdices y colibríes) 46 mamíferos (p.e: tarucas, venados, vizcachas y comadrejas), 35 mariposas y 8 reptiles, muchas de ellas asociándose de forma específica con éstos hábitats, expresando una gran biodiversidad y un alto valor ecológico (Gareca *et al.*, 2010; Llerena *et al.*, 2017; Sevillano-Ríos & Rodewald, 2021).

Otro aspecto de los bosques de queñuales es su capacidad de regular el microclima en su interior, gracias a una adecuada adaptación fisiológica, la cual implica una alta capacidad fotosintética y un ajuste osmótico, en un entorno que puede llegar a bajas temperaturas (3° C) y escasez de agua en el suelo (Cuyckens & Renison, 2018; Goldstein *et al.*, 1994). En tal sentido, la regulación del microclima permite beneficiar los diferentes servicios ecosistémicos, como los relacionados al agua, donde destaca la regulación de la escorrentía y la mejora de la captación de agua; con respecto al suelo, la reducción de la erosión del suelo, gracias a la acumulación de materia orgánica proveniente de la hojarasca y el musgo, que a su vez aumenta la fertilización y mejora las propiedades edáficas; y almacenando el carbono atmosférico (Cuyckens & Renison, 2018; Gálvez Cárdenas, 2013; Poca *et al.*, 2018; Quichimbo *et al.*, 2012; Vallejo, 2012).

c. Importancia y amenazas de los bosques de *Polylepis* spp

Aparte de los beneficios ecosistémicos anteriormente mencionados, que finalmente favorecen a las poblaciones fuera del PNH, las comunidades locales también utilizan varios de los vegetales que crecen en el interior de los bosques de *Polylepis*, ya sea con fines medicinales, comestibles o culturales (Beatriz Fuentealba & Sevillano, 2016; Kessler, 2006). Pero, a pesar del importante papel que tienen estos ecosistemas andinos, han sido uno de los más afectados por diferentes amenazas antrópicas, tales como la expansión de la agricultura, cambio de cobertura por especies exóticas (pino y eucalipto), sobrepastoreo, incendios y la tala para uso de leña, construcción de casas o herramientas (Castro & Flores, 2015; Cuyckens & Renison, 2018; Gálvez Cárdenas, 2013; Reynel & Marcelo, 2009). Otro aspecto importante es la presencia del “hongo de queñual” (*Leptosphaeria polylepidis*), que ataca los fustes y ramas de los árboles, y que se relacionaría con el estrés hídrico (Macía, Manuel J, 2005; Piątek *et al.*, 2020; SERNANP, 2017).

Sin embargo, la conservación de los bosques de queñuales ha cobrado mayor relevancia durante los últimos años, logrando reducir su deforestación (Castro & Flores, 2015), puesto que diferentes estudios han demostrado la importancia de la conservación de estos hábitats en el aspecto ecológico (Fjeldså, 2002; Gareca *et al.*, 2010; Sevillano-Ríos & Rodewald, 2021; Zutta *et al.*, 2012) y ambiental (Acuña Ipinza, 2012; Cuyckens & Renison, 2018; Poca *et al.*, 2018).

En Perú, la creación del PNH ha contribuido en la conservación de los bosques de queñuales, ya que según un estudio en la microcuenca Quillcayhuanca (PNH), ellos se han densificado y expandido en un 40 % desde la década del 60, lo que se relacionaría con una alta tasa de regeneración natural dentro del PNH y la disminución del impacto humano (Cáceres, 2007; Castro & Flores, 2015).

2.2.5. Plantaciones forestales

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2020) hace referencia a dos términos utilizados para un ecosistema forestal de origen artificial:

- Bosque plantado: en donde los árboles son establecidos mediante la siembra intencionada, y se espera que más del 50 % llegue a la etapa de madurez;
- Plantación forestal: el cual es un bosque plantado que cumple criterios como la elección de una o dos especies, clase de edad uniforme y distanciamiento establecido. Generalmente tiene fines industriales, excluyendo a los bosques plantados para fines de conservación.

Ahora bien, para fines prácticos en el presente estudio, los ecosistemas forestales establecidos serán referidos con los términos “Plantación de queñuales” y “Plantación mixta”, a pesar de que el objetivo de este trabajo no tiene fines industriales.

a. Plantaciones de queñuales

Los queñuales se han utilizado para las campañas de reforestación en zonas altoandinas debido a su importancia ambiental y la capacidad de adaptación al medio en comparación con otras especies (Reynel & Marcelo, 2009).

Las plantaciones de queñuales en el PNH se iniciaron en el año 1978, con el fin de conservar los servicios ecosistémicos (e.g: regulación hídrica), utilizando especies como *Polylepis weberbaueri*, *Polylepis incana* y *Polylepis racemosa*; años más tarde (2003), en Quillcayhuanca se instalaron plantaciones de *Polylepis racemosa*, las cuales recibieron tratamientos silviculturales (poda y raleo) con fines de investigación (Beatriz Fuentealba & Sevillano, 2016; Ocaña, 2014, citado por Gonzalez, 2015). Estas actividades en su mayoría son apoyadas por las comunidades campesinas, quienes brindan mano de obra en la propagación de plántulas y sus conocimientos ancestrales (época de siembra de acuerdo a la disposición de los astros) y se complementan con las técnicas actuales (poda y raleo) de manejo forestal; a pesar de ello, se tienen pocos registros oficiales de las plantaciones de queñuales dentro del PNH, entre los cuales destacan las que se encuentran ubicados en Llanganuco y Quillcayhuanca, y que cumplen el papel de “banco de esquejes” en la actualidad (Castro Aponte, 2020; Beatriz Fuentealba & Sevillano, 2016; Mindreau & Zúñiga, 2010).

Little & Lara (2010) mencionan que el cambio gradual en la estructura de una plantación (p.e: raleo) con especies nativas influye positivamente en la respuesta de servicios hidrológicos (p.e: aumento de caudal base, disminución de eventos extremos), por lo que se le considera como un indicador adecuado para medir su éxito. Al respecto, Poca *et al* (2018) señalan que el efecto de la presencia de ganado y de los incendios afectan negativamente a la estructura de la vegetación, reduciendo su capacidad de brindar servicios hidrológicos.

b. Plantaciones de eucalipto

El *Eucalyptus globulus* fue introducido en la zona de amortiguamiento del PNH a inicios de 1900, junto al *Pinus radiata*, siendo su principal objetivo el de proporción de madera para leña y construcciones (Byers, 2000).

Este tipo de plantación se expandió por los alrededores de la CB principalmente por su rusticidad y fácil adaptación al medio, la cual se debe a una anatomía capaz de soportar el estrés hídrico, y cuyas raíces pueden llegar hasta los 7 m por debajo del suelo para buscar agua, afectando las reservas hídricas (Antonio J. Barotto *et al.*, 2017; Byers, 2000; Calder *et al.*, 1997). Además, otras características como el rápido crecimiento y sus óptimas propiedades maderables, que han favorecido a las comunidades con la provisión de leña, madera para construcción y sombra, aceleraron su propagación; sin embargo, se ha observado que la expansión de esta especie exótica puede llegar a competir con los bosques nativos, tanto por el espacio como por la disponibilidad de agua (Antonio José Barotto *et al.*, 2016; Byers, 2000; Cuyckens & Renison, 2018).

En cuanto a su relación con el agua, las plantaciones de *Eucalyptus globulus* presentan altas tasas de evapotranspiración y una baja eficiencia en el uso del agua, ocasionando que los bajos caudales se prolonguen por más tiempo, a comparación de los bosques nativos; no obstante, este efecto negativo se puede atenuar con un adecuado manejo silvicultural que incluya raleos y podas (Lara *et al.*, 2009; Oyarzún *et al.*, 2005, 2012).

Por otra parte, las plantaciones de eucalipto pueden contribuir con la modificación del paisaje, afectando a la vegetación aledaña, gracias a su particular relación con el fuego, ya que tienen características que promueven y se benefician con la propagación del fuego, tales como: la alta acumulación de hojarasca seca con aceites que actúan como combustible; alto poder calorífico de la madera; y la serotinia, el cual es un mecanismo de adaptación que implica la liberación de semillas luego de un incendio (Agee *et al.*, 1973; Lamont *et al.*, 1991).

2.2.6. Pastizales andinos

Conocido también como “pajonal de puna”, este tipo de cobertura vegetal es el más extenso en el PNH (41,5 %), y las familias predominantes son de las herbáceas Alchemilla, Alonsoa, Scrophulariaceae y Werneria (SERNANP, 2010). Se ubica entre los 3800 y 4800 m.s.n.m., en terrenos planos, ondulados o en colinas de pendientes suaves a moderadas (INAIGEM, 2016; MINAM, 2019).

Al ser utilizados para el pastoreo, suelen presentar problemas de exceso de capacidad de carga, ocasionando la compactación que afecta las propiedades del suelo y sus servicios ecosistémicos (Denoia *et al.*, 2000); además, como se mencionó anteriormente, son incendiados periódicamente por los pobladores locales, en especial durante la época seca, para eliminar los residuos vegetales secos e incentivar el rebrote de pasto para la siguiente temporada (Sarmiento & Frolich, 2002).

2.3. Suelos

El suelo es un sistema trifásico compuesto por una fase líquida, una sólida y otra gaseosa; en donde la fase líquida es una solución heterogénea y variable en el tiempo, de acuerdo al grado de humedad y densidad del suelo (Hillel, 1998; Lal & Shukla, 2005); la fase sólida se compone por partículas de diferentes tamaños, formas y de origen mineral, éstas consisten en fragmentos de roca desintegrada y descompuesta por procesos químicos, físicos y biológicos; además, otro elemento que forma parte del suelo es la materia orgánica de las plantas, animales y microorganismos (Trimble & Ward, 2003).

En los ecosistemas andinos, los suelos predominantes son los andosoles, con una profundidad que oscila entre 0,12 y > 2 m (Wouter Buytaert *et al.*, 2007; FAO, 2015). Entre sus propiedades físicas, destacan los valores bajos de densidad aparente (0,2 - 0,8 g/cm³), estructura de poros abierta, alta conductividad hidráulica (K_s) y su influencia en la regulación hídrica del suelo, sumado a una alta cantidad de materia orgánica (13-36 %) (W. Buytaert *et al.*, 2004; F. Marín *et al.*, 2018; Mosquera *et al.*, 2016; Quichimbo *et al.*, 2012). Además, este tipo de suelo, al interactuar con el clima frío-húmedo y la baja presión atmosférica de los andes, permite la acumulación de materia orgánica, otorgando un color oscuro, así como la producción de humus y acidez (W. Buytaert *et al.*, 2004)b. Asimismo, en los suelos forestales andinos, es común hallar una capa de hojarasca y musgo que permite una mayor capacidad de almacenamiento de agua, el cual es liberado durante la época seca (Tobón *et al.*, 2008, citado por Tobón, 2009).

Las propiedades de los suelos que influyen en la infiltración son: la textura, contenido de humedad inicial, densidad, porosidad y contenido de materia orgánica. Generalmente los ensayos o mediciones de estas propiedades se realizan en la capa superior del suelo (horizonte

A), el cual se caracteriza por mezclar la fracción mineral con la materia orgánica (Trimble & Ward, 2003).

2.3.1. Propiedades físicas de los suelos

a. Textura

Es la propiedad intrínseca del suelo más utilizada para determinar su composición física. Se refiere al tamaño de las partículas que componen la parte mineral y que se encuentran mezcladas (Hillel, 1998). Según el USDA (Departamento de Agricultura de USA), se diferencian mediante los diámetros (D) de las partículas, tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2: Características de propiedades de partículas minerales del suelo

Partícula	Propiedades
Arena	Con un diámetro entre 2 y 0,05 mm, visible a simple vista, con baja capacidad de retener el agua; suelta cuando se humedece y muy suelta cuando está seca.
Limo	Con un diámetro entre 0,05 y 0,002 mm, no es visible a simple vista, con una capacidad baja o media para retener el agua y otras partículas; con un tacto suave cuando se humedece y similar al polvo cuando se seca.
Arcilla	Con un diámetro menor a 0,002 mm, solo se observa a través de un microscopio; posee una gran capacidad de retención de agua y otras partículas; pegajosa y maleable cuando se humedece y al secarse forma terrones duros.

Fuente: Osman (2013)

En donde la partícula predominante define a la textura del suelo (Osman, 2013) (Ver Figura 1). Además, esta propiedad cumple un importante rol en el movimiento del agua en el suelo, ya que determina la lámina de agua que puede ser almacenada en un perfil del suelo, la cual puede servir para el aprovechamiento de la vegetación (Guevara Pérez & De La Torre Villanueva, 2019).

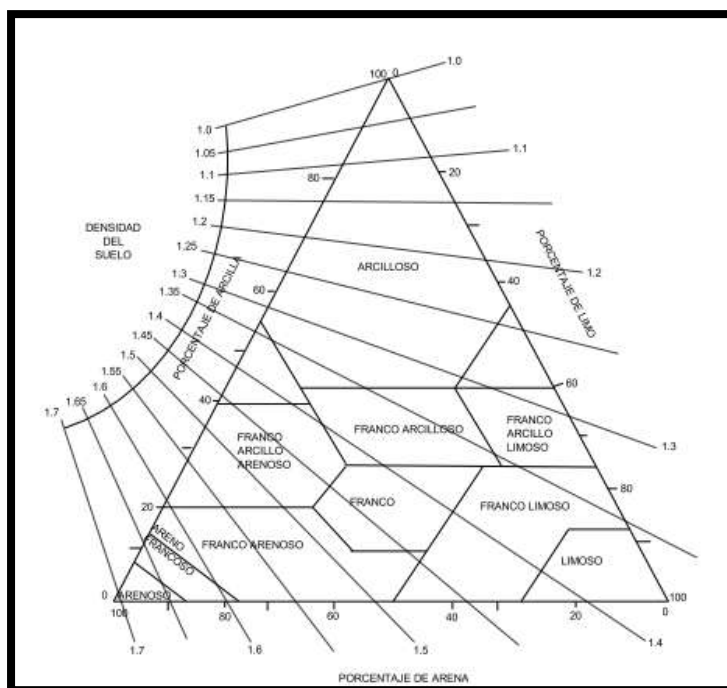


Figura 1: Triángulo de clasificación del suelo en función de la textura

Fuente: Guevara Pérez & De La Torre Villanueva (2019)

b. Estructura

Osman (2013) indica que es la disposición de las partículas en diferentes patrones geométricos, clasificándose según la forma, tamaño y grado de estabilidad; además, en conjunto con la textura, regulan la porosidad, densidad y movimiento del agua. Un suelo estructurado se da cuando las partículas forman agregados o “pedazos” de diferentes formas y tamaños. Su clasificación según la forma del agregado es: esferoidal (granular y migas), bloque (angular y subangular) y prismática (prismática y columnar); mientras que según el tamaño del agregado puede ser: muy fina, fina, media, gruesa y muy gruesa; y según la estabilidad del agregado: débil (deficiente, material no agregado), moderada (láminas desarrolladas, duraderas y definidas) y fuerte (láminas bien formadas, muy duraderas y definidas).

La estructura del suelo determina las características del espacio poroso (tamaño y número de poros), el cual ocupa el 30 - 60 % del volumen total del suelo; y conforme más grandes sean las unidades de estructura, mayor espacio poroso se obtendrá, permitiendo una mayor infiltración de agua (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Hillel, 1998; Trimble & Ward, 2003).

c. Porosidad

Trimble & Ward (2003) definen a la porosidad como la medida de la cantidad de espacio abierto en el suelo que puede contener agua. Estos espacios abiertos que no son ocupados por sólidos se llaman poros, y pueden contener aire o agua, dependiendo del contenido de humedad del suelo y la intensidad de las lluvias; el tamaño de los poros es regulado por la textura y estructura del suelo, de esta manera, los poros grandes (macroporos, con diámetros $> 0,75$ mm) permiten una rápida infiltración y percolación del agua, hacia los poros pequeños (microporos, con diámetros $< 0,75$ mm) que adhieren el agua al suelo (Osman, 2013).

Su valor se encuentra entre 30 y 60 % , hallando que los suelos de textura gruesa (arenosos) son menos porosos que los de textura fina (arcillosos), pero con un tamaño promedio de poros mayor en suelos arenosos (Hillel, 1998). Asimismo, la porosidad se relaciona con la estructura de la siguiente manera: la miga es la más porosa, seguida de la granular; mientras que la laminar tiene la porosidad más baja y los bloques tienen una porosidad intermedia (Osman, 2013).

d. Densidad aparente

Es la relación entre la masa sólida del suelo (g) y su volumen total (cm^3); en condiciones naturales es variable debido a la evaporación, por lo que se le conoce como densidad aparente del suelo seco. Se relaciona inversamente con la porosidad, es decir, un suelo poroso tiene un bajo valor de densidad y viceversa (Lal & Shukla, 2005).

Para suelos forestales, además de la porosidad y resistencia, este parámetro ha sido principalmente utilizado para estimar la compactación, cuyos valores altos implican una menor infiltración del agua (Maynard & Curran, 2006; Oyarzún *et al.*, 2011).

e. Contenido inicial de humedad en el suelo

Es la fracción de masa o volumen de agua en el suelo , la cual es variable en el tiempo, que ocupa aproximadamente un 25 % del volumen del suelo; su importancia radica en la influencia sobre el contenido de aire e intercambio gaseoso, además de su impacto sobre otras

propiedades físicas que finalmente afectan el movimiento y almacenamiento de agua (Hillel, 1998; Silva *et al.*, 2015). Además, esta propiedad depende principalmente del medio que aporta agua al suelo (lluvias o riego) y la interacción del conjunto planta-suelo (D. Jaramillo, 2002).

Silva *et al* (2015) mencionan que el contenido de agua del suelo se expresa en términos gravimétricos y/o volumétricos; el primero hace referencia a la masa de agua por unidad de masa de suelo seco, mientras que el segundo se expresa en términos de volumen de agua por volumen de suelo.

En los suelos forestales, el contenido inicial de humedad puede variar a nivel superficial, influyendo en el movimiento del agua en el suelo, sea en dirección vertical (infiltración) u horizontal (escorrentía), provocando un descenso en la infiltración mientras el contenido de humedad aumenta hasta ser constante (saturación) (Dunkerley, 2002; Eiza & Carfagno, 2012).

2.3.2. Horizonte orgánico

En los andosoles, el horizonte orgánico (O) es una capa que contiene materia orgánica no descompuesta o en proceso de descomposición. En el interior de los bosques tiene un espesor que varía entre los 15 y 30 cm, y se sitúa por encima el horizonte A (espesor de 13 - 30 cm), éste último se caracteriza por tener un color oscuro gracias a la alta cantidad de materia orgánica, y es donde se lleva a cabo la mayor actividad biológica (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Crespo *et al.*, 2011).

2.3.3. Materia orgánica

La materia orgánica proviene de la descomposición de residuos vegetales (herbáceas, gramíneas, musgos, hojarasca) gracias a la actividad biológica en el suelo en interacción con los factores climáticos; esta materia orgánica del suelo aumenta con la altitud, alcanzando altos valores en los bosques montanos (Körner, 2003).

El aumento de la materia orgánica (humus) cumple tres beneficios para la capacidad de infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo: primero, puede absorber la humedad, formando espacios porosos para la circulación del elemento líquido; segundo, al ser digerida por las bacterias, funciona como material de unión (polisacárido) con la fracción mineral; y tercero, logra crear un hábitat adecuado para la fauna y flora del suelo, aumentando la capacidad de infiltración (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Bens *et al.*, 2006; Trimble & Ward, 2003). Además de la estructura y porosidad, la materia orgánica tiene un impacto positivo sobre la densidad aparente, evidenciado al disminuir su valor e implicando una menor compactación del suelo (Ruehlmann & Körschens, 2009).

2.4. Agua en el suelo

Dane & Clarke (2002) hacen referencia al sistema “suelo-planta-atmósfera” para el estudio del agua en el suelo, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas, el estado y características de la planta, las condiciones del agua luego de su infiltración y distribución a través de los perfiles, y las propiedades del suelo.

El agua en el suelo actúa como lubricante y aglutinante, influyendo en la estructura y resistencia del suelo, siendo retenida por las fuerzas de cohesión y adhesión, tales como la tensión superficial, capilaridad y presión osmótica; y por otro lado, las fuerzas que quitan el agua del suelo son la gravedad, el crecimiento de las raíces y la evapotranspiración (Dane & Clarke Topp, 2002; Lal & Shukla, 2005).

Existen tres formas de humedad en el suelo: agua higroscópica, retenida en la superficie de las partículas del suelo y que no es afectada por la gravedad; el agua capilar o utilizable por las plantas, que se mantiene en movimiento dentro de los poros mediante la capilaridad, con un drenaje lento, representando a la humedad del suelo; el agua de gravedad, el cual se drena de forma rápida, representando un exceso (Guevara Pérez & De La Torre Villanueva, 2019). Cabe resaltar que el agua líquida dentro de los poros se encuentra entre la Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchitamiento (PM), donde el primero representa el equilibrio del contenido de humedad de un suelo después de haber sido saturado e inmediatamente drenado por la gravedad, con la cantidad de humedad de un suelo disponible como límite superior, y el segundo se origina por la acción de las fuerzas de cohesión y adhesión sobre la humedad del

suelo, dejando a los poros sin agua y representando el límite inferior del agua disponible (Lal & Shukla, 2005).

2.4.1. Movimiento de agua en el suelo

El movimiento del agua en el suelo se explica a través de la diferencia de su energía potencial o potencial hídrico, cuya dirección va desde un punto de mayor potencial hacia un punto de menor potencial; éste se encuentra conformado por el potencial gravitacional, el potencial osmótico y el potencial mátrico o capilar, el cual indica la fuerza con la que el agua es retenida por el suelo, afectando al contenido de humedad (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Hillel, 1998).

El flujo del agua en el suelo de campo es dinámico, alterna entre procesos de humedecimiento por parte de las lluvias, seguido de la infiltración hacia zonas más profundas mientras aumenta el contenido de agua, y, el secado por parte de la evapotranspiración y el consumo de las raíces de plantas (Hillel, 1998). Este flujo dependerá de la condición de saturación en la parte superior del suelo, el flujo saturado se da cuando todos los poros están llenos de agua y el insaturado cuando una parte de los poros son ocupados por el aire (Mejía Marcacuzco, 2012). Al respecto, el flujo del agua se puede describir de la siguiente manera: cuando el agua entra al suelo (zona de saturación y transición), los poros se llenan de agua y se origina una zona de transmisión por acción de la gravedad, con un alto contenido de humedad, y que se encuentra por encima de la zona de húmeda, en donde el contenido de humedad es menor conforme aumenta la profundidad, sin embargo, regresa a su valor inicial cuando se acerca al frente húmedo; este frente se mueve hacia la parte más profunda del suelo a un ritmo decreciente. En caso de que el drenaje sea profundo (percolación) se produce la recarga de acuíferos; y en caso de que el nivel freático (superficie donde el agua se encuentra a presión atmosférica en un medio saturado) sea poco profundo, el agua puede moverse hacia las zonas superficiales mediante la evapotranspiración, mientras que el suelo se seca (Dane & Clarke Topp, 2002; Mejía Marcacuzco, 2012). La Figura 2, elaborada por Mejía Marcacuzco (2012), detalla este flujo de la siguiente manera:

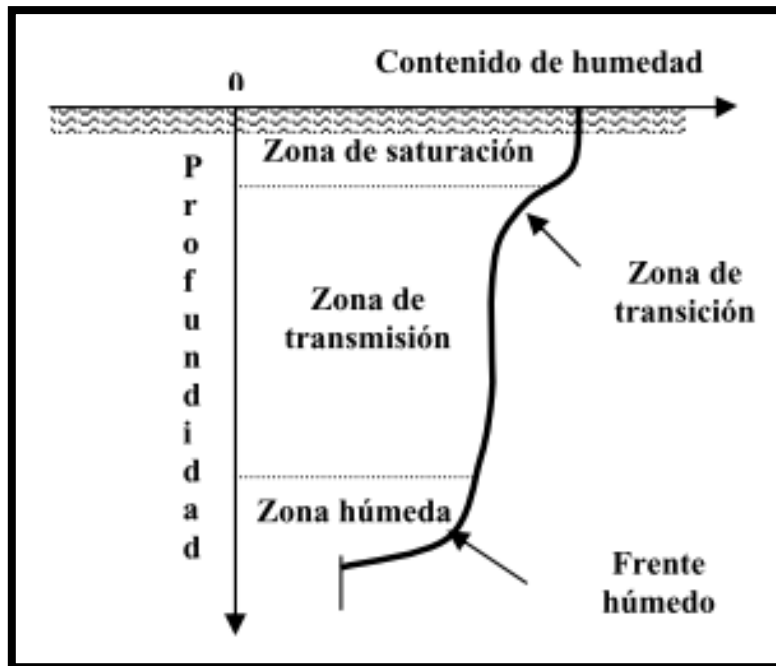


Figura 2: Flujo vertical del agua en el suelo

Fuente: Mejía Marcacuzco (2012)

Cabe señalar que los patrones de flujo del agua en el suelo son controlados por las propiedades edafológicas, donde destacan la estructura y textura del suelo, además del clima y la vegetación; hallando en general que los suelos arcillosos presentan una mayor retención del agua, mientras que los suelos arenosos, al tener poros más grandes permiten un paso del agua más rápido (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Philip J. Schoeneberger & Wysocki, 2005).

2.4.2. Infiltración

El estudio de la infiltración es importante para la conservación del suelo y del agua, ya que define la cantidad de agua disponible para la vegetación, la recarga de las reservas de agua y la escorrentía en la superficie del suelo (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Lal & Shukla, 2005).

Trimble & Ward (2003) conceptualizan a la infiltración como el paso del agua a través de la superficie del suelo, mediante los poros o aberturas dentro del perfil del suelo. Mientras que, Hillel (1998) define el término “infiltración” como el proceso de entrada de agua en el suelo, a través del flujo descendente, cuya tasa o velocidad determina la cantidad de agua que

escurrirá superficialmente o que entrará al suelo. Además, este último autor utiliza el término “infiltrabilidad” para referirse al valor de la infiltración del agua disponible a presión atmosférica en la superficie del suelo.

La infiltración se lleva a cabo gracias a las fuerzas de capilaridad y gravedad, en donde la primera tiende a reducirse a medida que pasa el tiempo, hasta ser insignificante, y la segunda disminuye debido a la presencia de una barrera impermeable (roca o arcilla); estas fuerzas permiten que el movimiento descendente del agua (percolación) desde los poros más grandes hacia los numerosos poros más pequeños, acercándose finalmente a un valor límite conocido como “conductividad hidráulica” (Mejía Marcacuzco, 2012).

Según Guevara & De La Torre (2019), el significado de “infiltración” puede tener dos enfoques:

- Como propiedad física del suelo, donde se mide y evalúa la cantidad de agua proveniente de la lluvia o riego, que se mueve a través de los estratos del perfil del suelo, incrementando la cantidad de humedad almacenada.
- Como proceso del ciclo hidrológico, se le considera parte de las pérdidas de precipitación (junto a la evapotranspiración) al momento de realizar el balance hídrico de una cuenca.

La velocidad o tasa de infiltración, es como se denomina al flujo de volumen de agua por unidad de superficie, que recorre el perfil del suelo y se mide en unidad de longitud por unidad de tiempo, ella interactúa con la infiltrabilidad de la siguiente manera: mientras la tasa de infiltración sea menor que la infiltrabilidad, el proceso es controlado por el flujo de agua, sin embargo, una vez que el valor de la tasa de infiltración supera a la infiltrabilidad, el proceso es controlado por el suelo, debido a la disminución de la cantidad de aire en los poros durante la saturación (Hillel, 1998; Turner, 2006). Por consiguiente, cuando el suministro de agua es continuo, se registra un alto valor de tasa de infiltración al inicio del proceso, la cual llega un valor constante en el tiempo, limitando la entrada del agua al suelo, y conocido como la capacidad de infiltración (Horton, 1940); además, el valor de la tasa constante de infiltración es igual a la conductividad hidráulica saturada del perfil de suelo uniforme y estable (Hillel, 1998; Lal & Shukla, 2005). Décadas atrás, Horton (1940) diferenciaba a la “capacidad de

infiltración” de la “tasa de infiltración” al señalar que para la zona superficial de un suelo, puede haber diferentes tasas de infiltración, pero solo un valor de capacidad de infiltración, el cual es registrado en un momento determinado.

La infiltración acumulada o total es la integración de la tasa de infiltración, esto es, el volumen total del agua infiltrada en profundidad del perfil a través del tiempo, lo cual proporciona el almacenamiento de agua en el suelo (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Braud *et al.*, 2005; Turner, 2006). Otro término asociado a la infiltración acumulada es la “sortividad”, Phillip (1957, citado por Dane & Clarke Topp, 2002) la denominó como la constante de proporcionalidad de la infiltración acumulada dividida entre la raíz cuadrada del tiempo. Este autor menciona que la sortividad es la capacidad de un suelo para absorber agua mediante la capilaridad, y depende de la distribución de los poros.

Por otro lado, en los suelos con estratos diferenciados (no uniformes), la infiltración y el movimiento del agua pueden variar de acuerdo a las características de cada estrato, por lo que, se requiere un análisis de conceptos del movimiento en medios no saturados (Guevara Pérez & De La Torre Villanueva, 2019).

2.4.3. Factores que afectan a la infiltración

La infiltración del suelo depende de los siguientes factores:

- Tiempo de inicio desde la lluvia o riego: la tasa de infiltración es alta al principio de la lluvia, y tiende a disminuir hasta acercarse a una tasa constante que depende de cada perfil de suelo (Dane & Clarke Topp, 2002).
- Contenido de agua inicial: mientras la humedad sea mayor en el suelo, la infiltrabilidad inicial será menor (por el gradiente de succión) y se acercará más rápido a la tasa o velocidad constante (Hillel, 1998).
- Conductividad hidráulica: a mayor conductividad hidráulica saturada, se obtiene una mayor infiltrabilidad (Hillel, 1998).

- Características del suelo: cuando la superficie del suelo es muy porosa y de estructura abierta, la infiltrabilidad es mayor; caso contrario sucede cuando el suelo superficial se encuentra compactado, la tasa de infiltración es lenta y tiende a disminuir (Hillel, 1998). Adicionalmente, la textura fina (arcilla) causa que el flujo sea lento, debido a una baja conductividad hidráulica saturada, sin embargo, los suelos de textura gruesa (arena) también podría retrasar la infiltración de forma momentánea, debido a la dificultad de la humedad para penetrar los amplios poros (Dane & Clarke Topp, 2002).

A su vez, el componente vegetal y el uso del suelo influyen en los factores mencionados, ya que pueden modificar las características físicas del suelo, principalmente en su estructura (Lal & Shukla, 2005); un ejemplo de ello, es la diferencia que se observa durante la época seca, cuando ocurren grietas en el suelo que favorecen a la infiltración, mientras que durante la época húmeda, la acción del sistema suelo–vegetación sella los canales de flujo y reduce la infiltración (Guevara Pérez & De La Torre Villanueva, 2019).

a. Cobertura vegetal

La vegetación bien estructurada, permite la acumulación de la materia orgánica en el suelo y una adecuada aireación debido al crecimiento de raíces, favoreciendo la infiltración del agua en las capas superficiales y la percolación en los estratos profundos del suelo (Poca *et al.*, 2018). Mientras que, el cambio de vegetación nativa a exótica influye en el efecto negativo sobre la infiltración y retención del agua (Benavides *et al.*, 2018; Suárez *et al.*, 2013). Las características principales que benefician a la infiltración son:

- Materia Orgánica: la materia orgánica mejora la granularidad y porosidad, optimizando el grado de estructuración del suelo y disminución de la densidad aparente, permitiendo el paso del agua en el suelo en menos tiempo (Guevara Pérez & De La Torre Villanueva, 2019; Quichimbo *et al.*, 2012).

- Sotobosque y hojarasca: la vegetación herbácea y arbustiva que crece en los bosques forman zonas de amortiguación que ayudan en la captura de sedimentos y en la infiltración del agua (Armando Molina *et al.*, 2012); además, la hojarasca acumulada en el suelo reduce el impacto de las gotas de lluvia. Cuando ésta se descompone, se convierte en humus, el cual

mejora la estructura del suelo y permite conseguir mayores valores de infiltración, favoreciendo el almacenamiento de agua y la conductividad hidráulica (Gaspar-Santos *et al.*, 2015).

- Follaje: Acuña (2012) resalta el papel de la vegetación como interceptor de las lluvias a través del dosel, de esta manera la energía del impacto en el suelo disminuye, evitando la formación de costras impermeables en la superficie que disminuyen la infiltración.
- Raíces: el sistema radicular de la vegetación forma canales en el perfil edáfico, favoreciendo el ingreso del agua (Guevara Pérez & De La Torre Villanueva, 2019). La materia orgánica favorece el desarrollo de un sistema denso y profundo de raíces, incrementando la capacidad de infiltración y almacenamiento de agua (Kómetter Mogrovejo & Gálmez Márquez, 2017).

b. Uso del suelo

Diferentes autores (Denoia *et al.*, 2000; Mejía Marcacuzco, 2012; A. Molina *et al.*, 2015; Roa-García *et al.*, 2011) concluyen que el paso de los vehículos y de la carga animal origina la compactación del suelo en zonas de pastoreo, reduciendo la infiltración (Alegre & Cassel, 1996) y perjudicando el mantenimiento de los caudales. De igual manera, la deforestación y extensión de suelos agrícolas (acompañados de incendios) causan el mismo efecto negativo sobre las propiedades hidrofísicas (aumento de densidad aparente y disminución de conductividad hidráulica) en la zona superficial (Ochoa-Tocachi *et al.*, 2016; Quichimbo *et al.*, 2012). Asimismo, Alegre & Cassel (1996) señalan que la incorporación de vegetación arbórea puede mejorar las propiedades físicas del suelo, entre ellas la infiltración.

c. Clima y topografía

El clima tiene una importante influencia sobre los procesos hidrológicos, ya que controla la magnitud, intensidad y estacionalidad de las precipitaciones que interactúan con el suelo. Asimismo, la topografía establece la dirección de la infiltración del agua, determinando un mayor o menor valor en determinadas áreas (Philip J. Schoeneberger & Wysocki, 2005). A su vez, Suárez *et al.* (2013) afirman que la combinación de gradiente altitudinal, clima y topografía

definen la variación de los tipos de vegetación y sus características, lo que puede influir sobre las tasas de infiltración locales. Así por ejemplo, la pendiente que se encuentra dentro de un rango de 16 a 24 % influye considerablemente en el aumento del valor de la velocidad de infiltración (Guevara Pérez & De La Torre Villanueva, 2019).

2.4.4. Conductividad hidráulica saturada

Touma (2007) define a la conductividad hidráulica como una propiedad intrínseca del suelo, cuyo valor es la máxima velocidad del flujo de agua causado únicamente por la gravedad en un suelo saturado; no obstante, Angulo- Jaramillo *et al* (2016) consideran que esta propiedad no es exclusiva del suelo, puesto que también depende de la densidad y viscosidad del agua. Estos últimos autores indican que la conductividad hidráulica es la capacidad del medio saturado para transmitir el líquido en el suelo, y que es regulada por su textura y estructura (específicamente por la porosidad total, el tamaño de los poros conductores y su geometría) por lo que la conductividad hidráulica puede ser variable en un perfil de suelo.

Según Schoeneberger (2012), la conductividad hidráulica saturada (K_s) es la facilidad de un suelo saturado para transmitir el agua a través del espacio poroso, y que además, es definido como el factor de proporcionalidad que relaciona la tasa de flujo de agua con el gradiente hidráulico en la ecuación de Darcy; además, emplea el término “permeabilidad” del suelo para hacer referencia a la conductividad hidráulica.

La conductividad hidráulica saturada también es conocida como la “capacidad de infiltración”, esto se observa cuando durante un evento de lluvia o riego, la tasa de suministro de agua supera a la tasa de infiltración del agua en el suelo, y es representada por esta tasa límite o máxima (Dane & Clarke Topp, 2002; Lal & Shukla, 2005).

Muchas veces se suele confundir a la conductividad hidráulica con la velocidad de infiltración, ya que ambas tienen las mismas unidades de longitud/tiempo, pero, esto se debe porque el volumen de agua atraviesa un área de sección transversal del suelo por unidad de tiempo (Dane & Clarke Topp, 2002). Por ello, Turner (2006) también hace énfasis en que la conductividad hidráulica es una propiedad intrínseca del suelo, mientras que la velocidad de infiltración depende primordialmente de la diferencia de potencial, la conductividad

hidráulica, la difusividad, la porosidad, el contenido de humedad inicial y la capacidad de retención de agua del suelo.

La conductividad hidráulica saturada (K_s) junto al gradiente hidráulico en la zona superficial del suelo, regulan el proceso de infiltración durante las lluvias, definiendo la capacidad de un suelo para transmitir el agua; razón por la cual, es considerada como el parámetro más valioso para el estudio de los fenómenos de flujo y transmisión del agua (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Hillel, 1998; P.J. Schoeneberger *et al.*, 2012). Cuando la intensidad de la lluvia es baja (menor que la conductividad hidráulica), toda el agua suministrada se infiltrará sin que ocurra la escorrentía superficial; en cambio, cuando la lluvia es muy intensa, supera la capacidad de infiltración del suelo (conductividad hidráulica saturada), y una parte del agua escurrirá en la superficie; su efecto se hace evidente durante la temporada de lluvias, al contribuir con la recarga de las aguas subterráneas, permitiendo la llegada del agua a la capa freática (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016).

A pesar de que el suelo se encuentre inicialmente insaturado, cuando se utiliza la infiltración para medir la conductividad hidráulica saturada (K_s), se le denomina conductividad hidráulica saturada en campo (K_{fs}), debido a que el aire queda atrapado en el medio poroso “saturado” por el agua infiltrada; por esta razón, se considera apropiado utilizar K_{fs} en lugar de K_s , indistintamente del origen natural (lluvia) o antrópico (riego) del agua para la infiltración (Dane & Clarke Topp, 2002; Elrick *et al.*, 1989).

Los valores de la conductividad hidráulica saturada dependen principalmente de la textura y estructura, hallando que en los suelos de textura gruesa y/o altamente estructurados puede pasar los 36 cm/h, mientras que en suelos arcillosos, compactados y sin estructura se obtienen valores bajos, incluso menores a 0,0036 cm/h (Dane & Clarke Topp, 2002; P.J. Schoeneberger *et al.*, 2012). En la Tabla 3 se observa la clasificación de los valores de K_s implementada por el USDA (P.J. Schoeneberger *et al.*, 2012).

Tabla 3: Clasificación de la conductividad hidráulica

Clasificación	K_s (cm /h)
---------------	---------------

Muy bajo	< 0,0036
Bajo	0,00360 a < 0,0360
Medianamente bajo	0,0360 a < 0,360
Medianamente alto	0,360 a < 3,60
Alto	3,60 a < 36
Muy alto	≥ 36

Fuente: Schoeneberger *et al* (2012)

En los ecosistemas andinos de Ecuador, predominados por andosoles, Marín *et al* (2018) registraron los siguientes valores para la K_s (ver Tabla 4):

Tabla 4: Valores de conductividad hidráulica en ecosistemas andinos

Tipo de cobertura vegetal	K_s (cm/h)
Bosque nativo sin pastoreo	4,92 - 17,3
Pastizal sin pastoreo	1,38 - 3,33
Plantación de especie exótica (<i>Pinus patula</i>)	2,19 - 6,59
Bosque nativo con pastoreo	3,92 - 16,58
Pastizal con pastoreo	0,81 - 2,91

Fuente: Marín *et al* (2018)

2.4.5. Medición de la conductividad hidráulica saturada en campo

La medición de la conductividad hidráulica saturada se puede realizar directamente en campo mediante dispositivos como los permeámetros, infiltrómetro de presión, el infiltrómetro de doble anillo y el infiltrómetro de anillo simple; con varias repeticiones (>5) que puedan caracterizar la variabilidad dentro de una capa del suelo, incluso a escala de parcela (Dane & Clarke Topp, 2002; P.J. Schoeneberger *et al.*, 2012; Warrick, 1998). El infiltrómetro de anillo simple consiste en el uso de un solo cilindro metálico de medición, mientras que el infiltrómetro de anillo doble implica que uno de los dos cilindros metálicos se coloque concéntricamente en el interior del otro cilindro amortiguador; el empleo de este último se realiza para evitar el flujo lateral del agua durante el ensayo (ya que la infiltración se lleva a

cabo en más de una dirección), lo que conllevaría a un aumento de tiempo necesario para alcanzar el flujo casi estacionario (tiempo de equilibrio), reduciendo la tasa de infiltración en comparación con el método del anillo simple. Sin embargo, diferentes experiencias han demostrado que el anillo adicional no siempre es eficaz, siendo otros factores los más influyentes en la medición de la infiltración (Dane & Clarke Topp, 2002; Trimble & Ward, 2003).

La medición de la conductividad hidráulica saturada, especialmente en suelos estructurados, se debe realizar *in situ*, para evitar la alteración del volumen de suelo muestreado y mantener la conexión con el suelo contiguo (Bouma & Dekker, 1981). Por ende, Bagarello *et al* (2004) utilizan el infiltrómetro de anillo simple para determinar la conductividad hidráulica saturada en campo (K_{fs}) a través de la infiltración en un suelo inicialmente no saturado, con una técnica que denomina “caída de carga” (Simplified Falling Head). Esta consiste en la aplicación de un pequeño volumen de agua (V) sobre la superficie que se encuentra dentro del anillo insertado a una distancia fija (d) en el suelo, en seguida se registra el tiempo (t) desde la aplicación hasta que la infiltración se complete a través de la superficie transversal (A) del suelo. Luego, los datos registrados se incluyen en una ecuación para determinar la conductividad hidráulica saturada en campo (K_{fs}).

Esta técnica tiene como ventajas: la corta duración de un ensayo, el uso de volúmenes pequeños de agua y la practicidad para transportar los equipos, por lo que se puede realizar una alta cantidad de pruebas en un corto periodo de tiempo (Bagarello *et al.*, 2004); además, al ser comparada con la técnica del infiltrómetro de presión en campo, se obtiene una diferencia insignificante; y en cuanto al tamaño de los anillos, se observa que los de menor tamaño pueden estimar valores similares de K_{fs} cuando se utilizan anillos grandes, obteniendo un efecto prácticamente despreciable para conductividades altas (suelos permeables), lo que demuestra su utilidad para obtener información de un suelo (Bagarello *et al.*, 2004, 2012). Por ello, esta técnica se ha utilizado para diferentes investigaciones, desde el monitoreo de los cambios temporales de K_{fs} en la superficie de un suelo franco arenoso (Bagarello & Sgroi, 2007) hasta la comparación entre suelos forestales y pastos (Agnese *et al.*, 2011; Pirastru *et al.*, 2013). Al respecto, Touma (2007) menciona que el uso del infiltrómetro de anillo simple es fiable para determinar la conductividad hidráulica saturada con fines de obtener una modelización hidrológica.

2.4.6. Escorrentía

Este proceso se lleva a cabo cuando la tasa de suministro de agua supera a la capacidad de infiltración del suelo, el exceso de agua superficial se acumula y en seguida, por acción de la pendiente, empieza a recorrer la superficie como un flujo laminar, el cual acelera y comienza a erosionar el suelo, mientras crea canales, los cuales se ensanchan y se vuelven más profundos conforme pasa el tiempo; por ello, su valor se puede determinar al conocer la capacidad de infiltración y la intensidad de lluvia (Hillel, 1998; Horton, 1940).

La escorrentía superficial, al interactuar con otros factores como la intensidad de lluvia, pérdida de la vegetación, incendios, actividades antrópicas, llega a erosionar el suelo mientras traslada cargas de sedimentos desde las zonas más altas hacia las más bajas, estas cargas reciben el nombre de sedimento fluvial (Hillel, 1998; Scott, 1993).

2.5. Ecosistemas forestales y el agua

La hidrología forestal ha estudiado históricamente la relación entre el agua, bosque, su ecología y el aspecto socioeconómico en las cuencas hidrográficas, centrándose en el impacto de los tipos de bosque sobre los servicios hidrológicos, tales como : regulación hidrológica, almacenamiento, mejora de la calidad del agua, protección contra deslizamientos e inundaciones, y control de erosión del suelo (Andréassian, 2004; Gilmour, 2014; Llerena *et al.*, 2007). Los servicios hidrológicos, en especial la regulación hidrológica y el rendimiento hídrico, evidencian una “respuesta hidrológica”, también entendida como la forma de reacción de una cuenca frente a los fenómenos meteorológicos (Ochoa-Tocachi, 2020). A pesar de que los procesos hidrológicos son los mismos a nivel mundial, el impacto y la tendencia de la respuesta en cada cuenca varía de acuerdo a la interacción de los siguientes factores principales (Andréassian, 2004; FAO, 2008; Gilmour, 2014; Roa-García & Weiler, 2010):

- El suelo: los suelos profundos pueden almacenar más agua que los suelos superficiales, donde incluso puede haber problemas de inundación, de esta manera el agua toma diferentes vías luego de llegar a la superficie; así mismo, los suelos profundos permiten que los árboles desarrollen raíces profundas, mejorando la capacidad de almacenamiento de agua al mejorar la porosidad, a comparación de los pastizales con raíces superficiales; también, gracias a la

hojarasca y el sotobosque, los suelos forestales evitan la erosión del suelo; y, por otro lado, la presencia del exceso de ganado en los bosques puede afectar las propiedades hidrológicas de sus suelos.

- Régimen hidrológico: los regímenes de lluvias varían en cada región, notándose que en las zonas tropicales y subtropicales se tienen lluvias de larga duración y alta intensidad, ocasionando que el suelo forestal se sature y el agua empiece a escurrir, resultando en problemas de erosión del suelo; en cambio, otras zonas donde las lluvias son poco frecuentes o de baja intensidad, los bosques pueden almacenar el agua, evitando la escorrentía e inundaciones, esto se observa generalmente en zonas templadas y húmedas. Adicionalmente, se tiene que tomar en cuenta que el agua proveniente de las precipitaciones es consumida por los bosques.

- Especie forestal: como medida de adaptación al medio, cada especie forestal tiene una respuesta fisiológica diferente, ello se evidencia en el consumo de agua y su posterior tasa de evapotranspiración. Al respecto, Gyenge *et al* (2008, 2009) señalan que las plantaciones de especies exóticas, a comparación de los bosques nativos, tienen mayores tasas de evapotranspiración, y por lo tanto un mayor consumo de agua del suelo en un mismo sitio. Esto finalmente influye en los caudales durante la época seca, ya que generalmente las especies exóticas entregan caudales mínimos más bajos que los bosques nativos; cabe agregar que el consumo de agua también depende de la ubicación, edad, densidad y tamaño del bosque (J. E. Gyenge *et al.*, 2011; Ochoa-Tocachi *et al.*, 2016; Otero *et al.*, 1994).

En general, los ecosistemas forestales disminuyen los caudales y las reservas de agua, a comparación de otros usos de suelo, mediante el consumo de agua, lo cual se puede observar en la evapotranspiración y la interceptación de la precipitación por parte del follaje; ello sucede tanto con bosques nativos como con plantaciones de especies exóticas, por lo que incluso, en algunos casos se sugiere la eliminación de la cobertura forestal, sobre todo en zonas áridas, para mantener la disponibilidad de agua (FAO, 2008; Llerena *et al.*, 2007).

Sin embargo, en la zona tropical de Sudamérica, el incremento de los bosques en las cuencas puede mejorar la capacidad de infiltración para almacenar agua en el suelo, aumentando las tasas de infiltración y reduciendo la escorrentía superficial, superando la pérdida de agua por

evapotranspiración (Llerena *et al.*, 2007; Roa-García *et al.*, 2011); esto cobra más importancia durante la época seca, logrando mantener los caudales gracias a un “equilibrio” entre la infiltración y el almacenamiento de agua para su consumo, a comparación de las cuencas sin cobertura forestal (Beck *et al.*, 2013).

En el caso de las plantaciones de eucalipto y pino, su extensión en los andes se produjo por la demanda de madera, a pesar de sus efectos negativos sobre los caudales, llegando incluso a desplazar los bosques nativos; caso contrario sucede con las plantaciones de especies nativas o mixtas, las cuales pueden ayudar en la regulación de los caudales (Llerena *et al.*, 2017; Ochoa-Tocachi, 2020; Ochoa-Tocachi *et al.*, 2016). Frente a este panorama, Gyenge *et al.* (2008, 2009; 2011) señalan que a pesar del mayor consumo de agua por parte de las especies exóticas, ellas son las más productivas y eficientes en el uso del agua para la generación de madera, en comparación con los bosques nativos.

Por ello, para evitar conflictos por el agua, es importante tomar en cuenta los objetivos y las condiciones del lugar (balance hídrico) antes de instalar las plantaciones, ya que ellos influirán en la respuesta del ecosistema forestal frente los eventos de lluvia (J. E. Gyenge *et al.*, 2011; Llerena *et al.*, 2007).

Mención aparte, los bosques nublados cumplen un importante para la producción de agua y otros servicios ecosistémicos, ya que se caracterizan por sus complejas relaciones ecológicas con la flora, fauna y el medio; por lo que, en caso sean dañadas severamente, su pérdida es considerada irreparable (FAO, 2008).

2.5.1. Ciclo hidrológico en los bosques andinos

El ciclo hidrológico describe el movimiento del agua entre la atmósfera y la tierra, en donde la precipitación representa a la entrada de agua y la evaporación a la salida de agua de la tierra, impulsados por la energía solar; este ciclo, al interactuar con otros factores (geomorfología, suelo, vegetación, etc.) influye en los caudales y sus rendimientos dentro las cuencas hidrográficas (Gilmour, 2014).

La relación entre el ciclo hidrológico y los bosques se observa inmediatamente al proteger el suelo del impacto de las gotas de lluvia, mediante el dosel, el sotobosque y la hojarasca, evitando la pérdida de la estructura del suelo; además, proveen de la materia orgánica que beneficia las propiedades del suelo (Artieda, 2008). A largo plazo, también se observa que los suelos forestales mejoran los servicios hidrológicos al proporcionar un comportamiento más consistente de los flujos en las cuencas, durante las precipitaciones (Bonnesoeur *et al.*, 2019; Roa-García & Weiler, 2010). Por ello, los bosques andinos cumplen un importante papel en el ciclo hidrológico, impactando en los procesos de precipitación (vertical, horizontal y dentro del bosque), escorrentía, infiltración, evapotranspiración y percolación a nivel de las cuencas (Kommetter, 2011; Tobón, 2009) (Ver Figura 3).

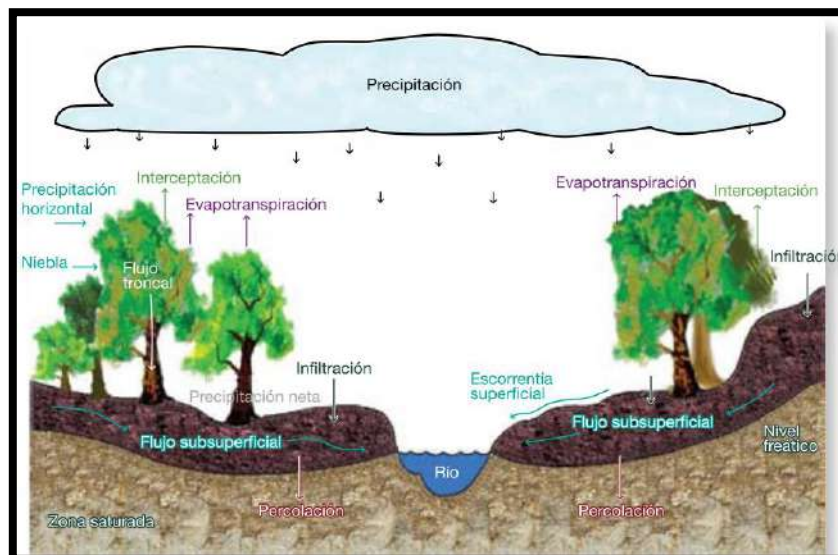


Figura 3: Procesos del ciclo hidrológico en los bosques andinos

Fuente: Tobón (2009)

Trimble & Ward (2003) y Tobón (2009) explican los procesos a continuación:

- **Precipitación:** ocurre cuando el agua almacenada en la atmósfera (vapor) forma nubes, se satura y empieza a precipitar hacia la tierra en forma de lluvia, nieve o granizo, llegando a superficies de suelo desnudo o con cobertura vegetal.

- Precipitación neta del bosque: es parte de la precipitación que realmente llega al suelo forestal, se compone por las gotas que caen en el follaje y drenan a través de los fustes.
- Escorrentía: es aquella parte de las precipitaciones, deshielo o riego que fluye encima (escorrentía superficial) o a través del suelo (flujo subsuperficial), alimentando los caudales de ríos y a las lagunas.
- Infiltración: es la fracción del agua que entra al suelo, por lo que depende de sus propiedades físicas, las cuales pueden ser afectadas por las actividades antrópicas (agricultura, pastoreo, cambio de uso de suelo, etc.) y geográficas.
- Evapotranspiración: es el término utilizado para agrupar a la evaporación y transpiración, por lo que incluye el agua que se evapora del suelo y de la superficie de las plantas, así como la fracción transpirada por ellas; en la mayoría de los casos equivale a más del 50 % del agua proveniente de la precipitación.
- Percolación: es el proceso que continua luego de la infiltración, se lleva a cabo cuando el agua se mueve a través del perfil del suelo por acción de la gravedad; cuando llega a la zona inalcanzable para las raíces, recargando las aguas subterráneas, es llamada “percolación profunda”.

2.5.2. Servicios ecosistémicos hidrológicos de los bosques andinos

La interacción entre los bosques andinos y las precipitaciones producen respuestas por parte de las cuencas, las cuales se conocen también como servicios ecosistémicos hidrológicos. Estos, son beneficios que la sociedad necesita para su desarrollo y existencia, considerando al agua dulce como un bien esencial (Blanco, 2017; Brauman *et al.*, 2007). Así mismo, según Bonnesoeur *et al* (2019), los servicios ecosistémicos hidrológicos en los andes se pueden categorizar en tres principales grupos: provisión de agua, regulación hídrica y la mitigación de la erosión del suelo; sin embargo, para el presente trabajo se tomarán en cuenta los dos primeros.

De acuerdo con las características de cantidad, calidad, ubicación y temporalidad, la interacción entre los servicios ecosistémicos puede ser ventajosa o dañina; por ejemplo, en una cuenca con problemas de inundaciones durante la época de lluvias, el aumento de la provisión de agua sería dañino, mientras que en una cuenca ubicada en una zona árida, este servicio sería considerado positivo (Acuña Ipinza, 2012). Los servicios ecosistémicos hidrológicos son influenciados por los ecosistemas terrestres, lo cual se demuestra al modificar la cantidad de agua que se almacena o sale de la cuenca, a pesar de no producirla; siendo las variables más importantes en las cuencas forestales: características de las precipitaciones, geomorfología y geología, y por último, la cobertura vegetal y/o uso del suelo, por su influencia en las tasas de evapotranspiración (Allan, 2004; Little & Lara, 2010).

a. Provisión hídrica

La provisión o rendimiento hídrico se define como la capacidad de producción de agua (caudal) de un ecosistema durante un intervalo de tiempo (Ochoa-Tocachi, 2020). Este servicio se puede usar de forma extractiva o en el sitio, algunos ejemplos del primer tipo de uso son: el agua potable, riego, uso comercial e industrial, mientras que para el uso en sitio se tiene: generación hidroeléctrica, recreación, transporte y producción de peces en agua dulce (Acuña Ipinza, 2012).

El impacto de los bosques se evidencia al preservar las aguas superficiales y subterráneas en la cuenca, que posteriormente son utilizadas; sin embargo, se ha observado que las plantaciones de especies exóticas reducen el rendimiento hídrico en las zonas de captación, debido a la intercepción de las lluvias y las altas tasas de transpiración que poseen; los bosques nativos producían un rendimiento intermedio, mientras que los suelos no forestales proporcionaban el rendimiento más alto (Bonnesoeur *et al.*, 2019). Un aspecto a tomar en cuenta y que podría beneficiar a la provisión de agua, es el manejo forestal, mediante el cual se cambiaría la estructura del bosque, reduciendo las tasas de transpiración (Little & Lara, 2010).

b. Regulación hídrica

La regulación hídrica es un servicio que demuestra la capacidad de un ecosistema (en este caso andino) para almacenar los ingresos de agua (lluvias, neblina, etc.) durante la época húmeda, permitiendo su disponibilidad durante la época seca; este servicio es muy sensible al cambio de uso de suelo y la vegetación (Ochoa-Tocachi, 2020). El parámetro utilizado para su medición es la infiltración, mientras que la transpiración reduce el valor de este servicio (Bonnesoeur *et al.*, 2019).

A pesar de que Bonnesoeur *et al* (2019) señalan que para mantener el caudal base, es mejor conservar la vegetación nativa de la cuenca, en lugar de forestar, Lara *et al* (2009) observaron que al aumentar la cobertura forestal con especies nativas en un 10 % podrían incrementar en un 14,1 % el caudal de verano dentro de una cuenca, en comparación con la cobertura forestal de especies exóticas (pinos y eucaliptos). De igual manera, Roa García (2011) menciona que el cambio de bosques a pastizales en la cabecera de cuenca, podría reducir la capacidad de regulación del agua.

2.6. Influencia del cambio de uso de suelo sobre el agua

Desde hace muchos años, las actividades antrópicas ocupan las áreas donde se encontraban establecidos los ecosistemas naturales de las montañas, llegando a ejercer una presión y desgaste sobre sus recursos, entre ellos el agua. El cambio de cobertura vegetal, de las propiedades del suelo y el aumento de la cantidad de consumo de agua puede llegar a provocar la alteración del ciclo hidrológico, reduciendo los caudales disponibles (Wouter Buytaert *et al.*, 2006).

2.6.1. Uso agrícola

El agua empleada en la agricultura proviene de la regulación efectuada por los ecosistemas altoandinos, siendo la escorrentía y las lluvias, las que riegan los campos de cultivo (Célleri & Feyen, 2009). La agricultura extensiva tiene un efecto sobre la pérdida de permeabilidad y de la conductividad hidráulica, causada principalmente por el cambio de bosques a cultivos

agrícolas; mientras que, el crecimiento del bosque en suelos agrícolas abandonados, produce la recuperación de la conductividad hidráulica (Zimmermann & Elsenbeer, 2009).

Buytaert *et al.* (2006) mencionan que la infiltración del agua en suelos andinos (Andosoles) es generalmente alta, provocando una baja escorrentía; sin embargo, existen casos donde los cultivos afectan la conductividad hidráulica de manera negativa.

2.6.2. Ganadería

En los ecosistemas altoandinos, se observó un aumento de la densidad aparente del suelo, junto a una baja cantidad de humedad y carbono, los cuales fueron causados por el pisoteo del ganado que causó su compresión, siendo más notorios durante la época seca, donde la temperatura provocaba una rápida descomposición de la hojarasca, creando condiciones propicias, que junto a la quema de pastos, provocaban la pérdida de la estructura edáfica, disminuyendo la capacidad de infiltración (Hofstede, 1995).

2.6.3. Plantaciones forestales

Los procesos que causan mayores impactos en el ciclo hidrológico son la deforestación y la forestación, el primero influye en un aumento de la escorrentía y el transporte de sedimentos hacia los cauces, mientras que el segundo aumenta el uso de agua por parte de las plantaciones, que tienen raíces más profundas, y durante la época seca suelen extraer el agua de la capa freática del suelo (Iroume, 1997).

A pesar de que el ecosistema forestal es conocido como una “esponja hídrica”, debido a la capacidad de captar agua y entregarla poco a poco, también actúa como una “bomba hídrica” que toma agua del suelo y la expulsa mediante la evapotranspiración; en este sentido, al realizar plantaciones forestales se debe tener presente los siguientes criterios: la especie, extensión, densidad, ubicación, clima e hidrología de la cuenca de acuerdo a un objetivo establecido, considerando un futuro aumento de la demanda de agua (Llerena *et al.*, 2007).

Lara *et al.* (2009) comparan el efecto, durante la época seca, de la cobertura forestal nativa y exótica (pino y eucalipto) en Chile, en cuanto al abastecimiento de agua a nivel de cuencas,

hallando una correlación positiva con los bosques nativos, mientras que con los bosques de especies exóticas sucede lo contrario debido a sus altas tasas de transpiración. Asimismo, se advirtió que la conversión de bosques nativos a plantaciones con especies exóticas provoca una disminución del flujo en los cauces, ya que los bosques de especies exóticas evidenciaron un mayor consumo de agua proveniente del suelo profundo conforme tenían una mayor edad. Por otro lado, las diferencias fisiológicas entre especies nativas y exóticas influyen en la cantidad y uso de agua (J. E. Gyenge *et al.*, 2011).

III. METODOLOGÍA

3.1. Duración del estudio

El levantamiento de la información en campo se dividió en dos etapas, la primera entre octubre y noviembre del 2020, durante la cual se establecieron las parcelas y se tomaron las muestras de suelos, y la segunda entre junio y julio del 2021, en donde se evaluó la infiltración, cuando los efectos del déficit hídrico son más notorios, y generalmente el suelo se encuentra insaturado.

3.2. Área de estudio

3.2.1. Ubicación

El área de estudio se encuentra ubicada en el interior de la zona núcleo del PNH, en la región Áncash, país de Perú (ver Figura 4).

Para evaluar la factibilidad del estudio se realizó un trabajo de campo de reconocimiento. Se seleccionaron las subcuencas, los parches de cobertura vegetal y la ubicación de las parcelas, tomando en cuenta los siguientes criterios técnicos:

- La existencia de cuatro parches, áreas relativamente homogéneas (Forman & Godron, 1981), de tamaño adecuado de cada uno de los tipos de cobertura vegetal;
- Similitud altitudinal de los parches según los tipos de cobertura vegetal;
- Similitud de geomorfología y pendiente entre los parches de cobertura vegetal, restringiéndose a los fondos de valle sin elevadas pendientes.

Tomando en cuenta los criterios técnicos y la facilidad de acceso (existencia de carreteras), se seleccionaron las subcuencas de Llanganuco y Quilcayhuanca (ver Figura 4), en donde se identificaron cuatro (04) tipos de cobertura vegetal a compararse:

- bosque nativo de queñuales (*Polylepis sericea*);
- plantación de queñuales (*Polylepis spp*);
- plantación mixta (*Eucaliptus globulus* y *Polylepis weberbaueri*);
- pastizal andino.

El área de estudio en la subcuenca Llanganuco se ubica en la zona noroeste del PNH, en el interior de un fondo de valle que va desde los 3830 m.s.n.m. (a la altura de laguna Chinancocha) hasta los 3920 m.s.n.m. (a la altura del inicio del camino hacia la laguna 69). En esta subcuenca se hallaron parches de plantaciones de queñuales, bosques nativos de queñuales y pastizales altoandinos, en los cuales se establecieron las parcelas y puntos de muestreo (ver Anexo 2).

El área de estudio en la subcuenca Quilcayhuanca se encuentra en la zona centro oeste del PNH, dentro de un fondo de valle plano, entre los 3830 y 3850 m.s.n.m. (a la altura del puesto de control). En esta subcuenca se hallaron parches de plantaciones de queñuales, plantaciones mixtas de queñual con eucalipto, y pastizales altoandinos, donde se establecieron las parcelas y puntos de muestreo (ver Anexo 2).

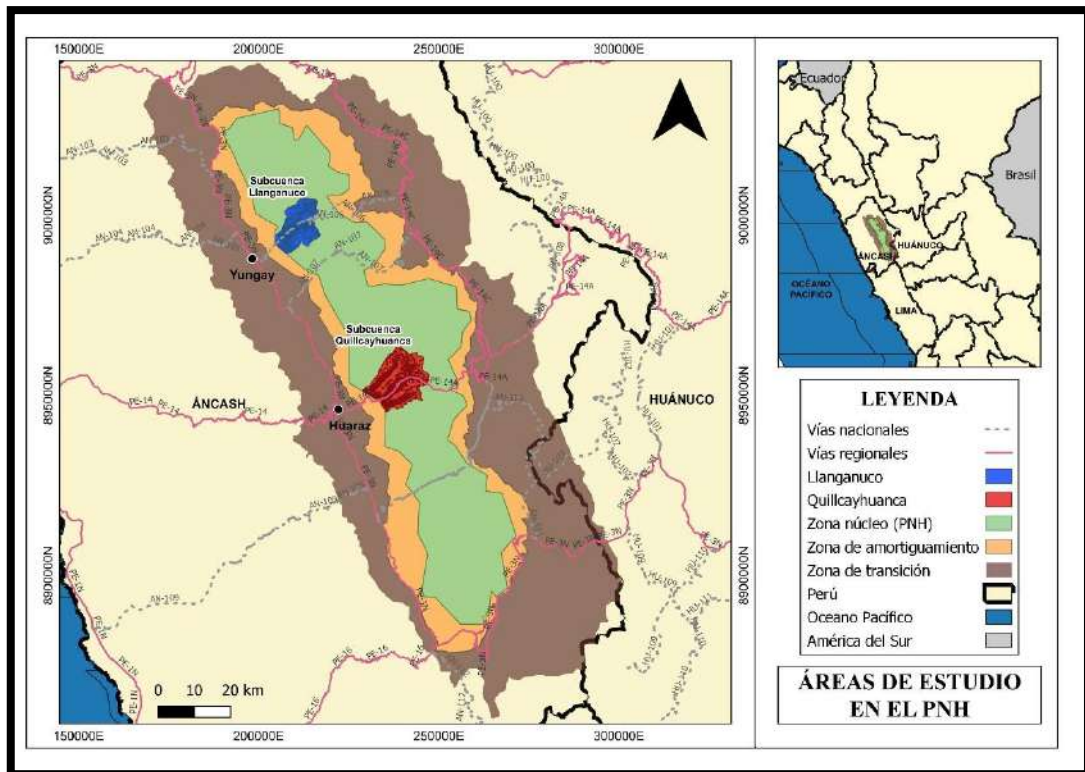


Figura 4: Mapa de las subcuencas Llanganuco y Quillcayhuanca, áreas de estudio dentro del PNH

3.2.2. Geomorfología

Las subcuencas de Llanganuco y Quillcayhuanca forman parte de la cuenca del río Santa, y se encuentran ubicadas en la zona alta-media del lado occidental de la CB, constituyendo valles interandinos que incluyen quebradas, altiplanicies y glaciares (SERNANP, 2010) (ver Figura 5). Las áreas de estudio se encuentran en los fondos de valle de cada subcuenca, con pendientes suaves (< 10 %) o planas.

El valle de Llanganuco es de origen glaciar con laderas de pendientes fuertes, y con presencia de dos lagunas, cuyo caudal alimenta al río Santa; se encuentra delimitada por taludes de detritos y macizo rocoso, además se pueden observar depósitos de avalanchas en las zonas bajas de las laderas (INGEMMET, 2009).

El valle de Quillcayhuanca también es de origen glaciar, con fondo plano y taludes rocosos de fuerte pendiente en las laderas, también contienen conos coluviales y coluvio aluviales originados por derrumbes (Colonia *et al.*, 2016).

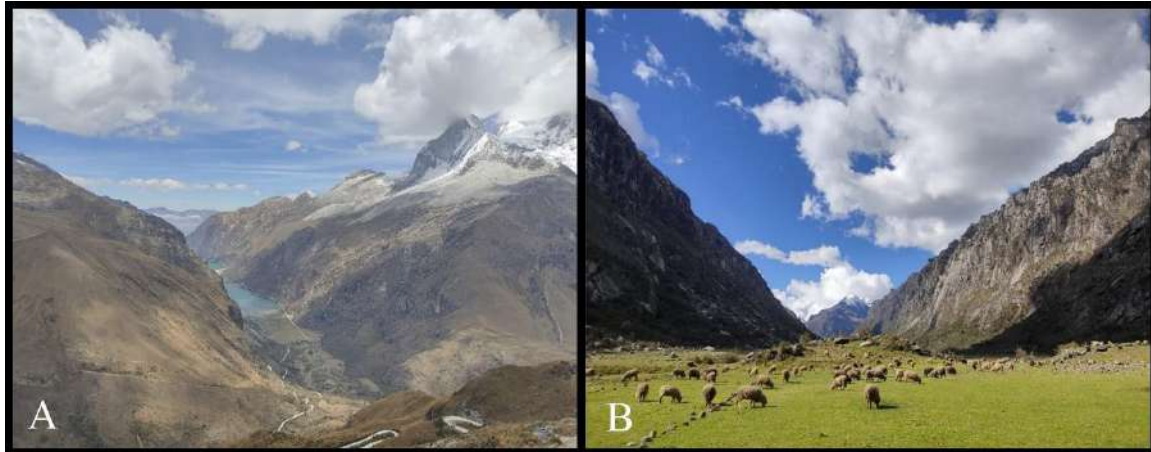


Figura 5: Valle Llanganuco (A) y valle Quillcayhuanca (B)

3.2.3. Clima

Los climogramas se elaboraron a partir de los datos del portal web “POWER Data Access Viewer” de la NASA (Resources NASA Prediction of Worldwide Energy, 2022), tomando en cuenta la data desde 1990 hasta el año 2020. En la Figura 6 se puede observar el climograma de Llanganuco, presentando la tendencia de la temperatura media mensual, cuyo promedio anual es de 8,25 °C, con temperatura máxima es de 21,46 °C y la mínima es de -6,06 °C; por otra parte, la precipitación anual acumulada es de 497,58 mm. Esta figura muestra que el mes de junio, donde se realizó el muestreo de vegetación e infiltración, presenta valores bajos de temperatura y precipitación mensual (7,42 °C y 13,93 mm), los cuales son típicos de la estación seca en la subcuenca Llanganuco.

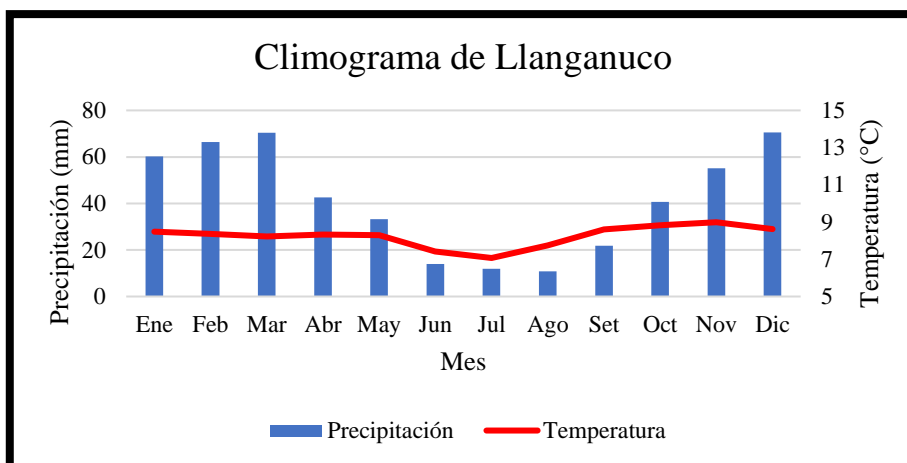


Figura 6: Climograma de Llanganuco

Mientras que en Quillcayhuanca, el climograma (ver Figura 7) muestra una tendencia similar a la encontrada en Llanganuco. Con un promedio de temperatura anual de 8,11 °C, una máxima de 20,99 °C y una mínima de -5,42 °C; además, la precipitación anual acumulada es de 424,23 mm. En esta figura se observa que junio, mes donde se realizó el muestreo de vegetación e infiltración, es uno de los meses más secos y fríos (7,36 °C de temperatura media y 10,03 mm de precipitación mensual).

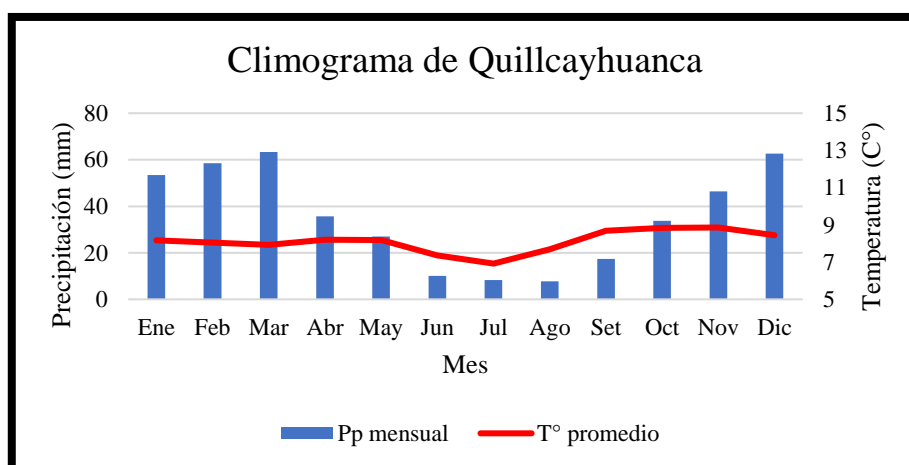


Figura 7: Climograma de Quillcayhuanca

3.2.4. Ecosistemas

De acuerdo con el mapa nacional de ecosistemas del Perú (MINAM, 2019), los ecosistemas presentes en el área de estudio son: el “pajonal de puna húmeda”, el cual alberga vegetación herbácea, gramíneas y pajonales que no superan los 1,5 m; estas especies se asocian entre sí, ocupando terrenos planos u ondulados y con pendientes suaves; junto con el “bosque relicto altoandino”, en donde generalmente predominan los queñuales, con altitudes mayores a 2 m; este ecosistema se presenta en parches separados por varios metros. Así mismo, Josse *et al* (2009) clasifican a este lugar como “puna húmeda”.

3.2.5. Hidrografía

Las subcuencas de Llanganuco y Quillcayhuanca pertenecen a la cuenca del río Santa, la cual contiene glaciares que alimentan a los ríos tributarios y lagunas que han ido en aumento a través del tiempo (SERNANP, 2010, 2017). Esta cuenca tiene una extensión de 11707,8 km² y limita por el norte y noroeste con la cuenca del río Marañón, Moche, Virú y Chao; por el Sur y Suroeste con las cuencas del río Pativilca, Fortaleza, Huarmey, Culebras y Casma por el Este con la cuenca del río Marañón y, por el Oeste con el litoral y las cuencas del río Lacramarca, Nepeña, Casma y Fortaleza (INAIGEM, 2016).

La subcuenca Llanganuco tiene un área de 87 km², siendo el río Ranrahirca el que alimenta a las lagunas Orcococha y Chinancocha (Mancomunidad Municipal del Valle Fortaleza del Santa, 2017), además de los nevados de la CB.

La subcuenca Quillcayhuanca tiene una superficie de 249,92 km², y contiene al río Quillcay, el cual es alimentado por las lagunas Tullparaju y Cuchillacocha, que a su vez nacen de los glaciares Tullparaju y Pucaranra, respectivamente. Además, cerca al área de estudio se observan bofedales que causan una disminución en el caudal del río (Colonia *et al.*, 2016).

3.2.6. Actividades económicas

De acuerdo con lo indicado por SERNANP (2010, 2017) se observó que el turismo y la ganadería extensiva son las principales actividades económicas en el interior del PNH, cuyo

derecho de uso es otorgado por el SERNANP. Siendo los miembros de las comunidades campesinas aledañas quienes ofrecen diferentes servicios de turismo, tales como hospedaje, alimentación, guiado de excursiones, etc. Por otro lado, la ganadería se beneficia gracias a la enorme cantidad de pastizales dentro del PNH, la cual se desarrolla de manera coordinada entre las comunidades y el PNH a través de los Comités de Usuarios de Pastos.

3.3. Materiales

Los materiales utilizados en la recolección de las muestras de suelo, la determinación de la densidad aparente, el registro de infiltración, caracterización de la vegetación, medición del horizonte orgánico y de la humedad del suelo, se encuentran en el Anexo 1.

3.4. Diseño experimental y descripción de los parches de cobertura vegetal

Los parches de cobertura vegetal en las subcuencas de Llanganuco (ver Figura 8) y Quillcayhuanca (ver Figura 9) se encontraban entre los 3800 y 4000 m.s.n.m. El diseño experimental se realizó priorizando la comparación de los resultados de infiltración entre los tipos de cobertura vegetal hallados en el PNH. Por ello, en cada subcuenca se evaluaron cuatro (04) parches de cada tipo de cobertura vegetal, ubicados en las zonas planas o con pendientes suaves (menores a 10 %) de los fondos de valle, buscando la uniformidad de condiciones fisiográficas. En el interior de cada parche de cobertura vegetal se estableció un área de evaluación de forma irregular (ver Figura 10), la cual incluyó ocho puntos de muestreo separados por una distancia mínima de 5 m (ver Figura 10). Para facilitar el levantamiento de información y la codificación de las muestras, estas áreas establecidas fueron denominadas parcelas.



Figura 8: Ubicación de parcelas de cobertura vegetal en Llanganuco

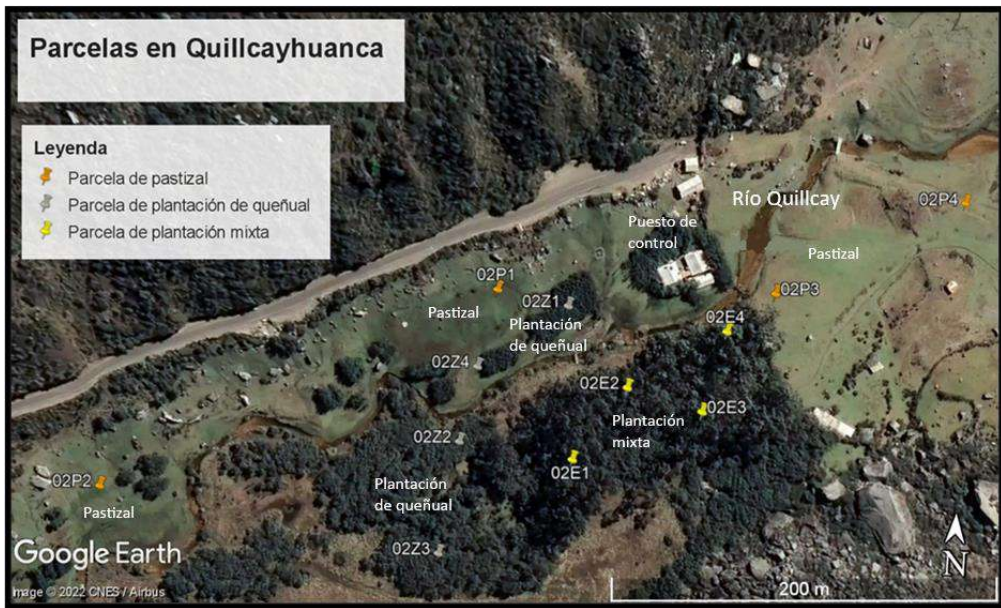


Figura 9: Ubicación de parcelas de cobertura vegetal en Quillcayhuanca

Las parcelas establecidas se localizaron en áreas homogéneas y representativas de los parches de cobertura vegetal considerados, la extensión de éstas fue suficiente para la instalación de ocho puntos de muestreo de 1 m², separados por 5 m entre si (ver Figura 10). En cada punto de muestreo se tomó una muestra de suelo, el registro de los parámetros de vegetación y del

horizonte orgánico, el promedio de la humedad del suelo (03 repeticiones) y finalmente la medición de la infiltración. (ver Figura 11).



Figura 10: Parcela de evaluación en plantación de queñual, con los ocho puntos de muestreo

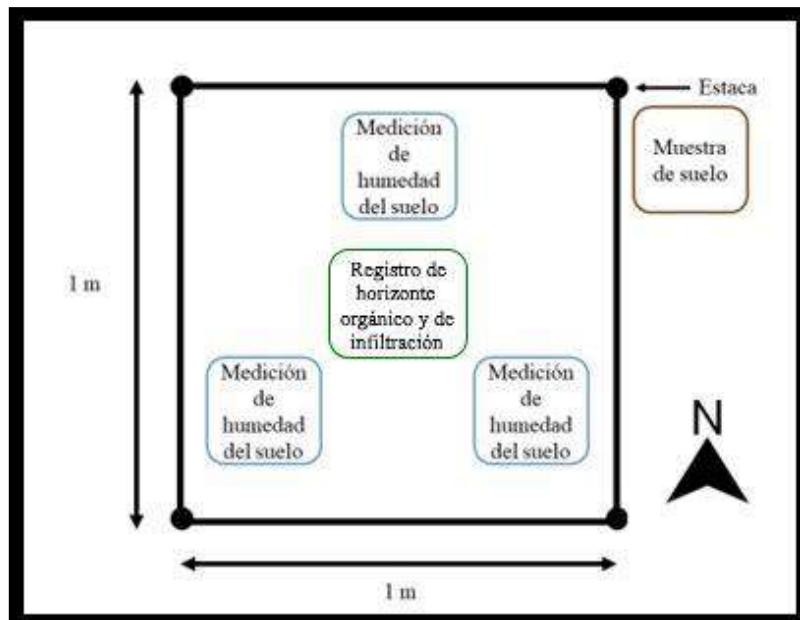


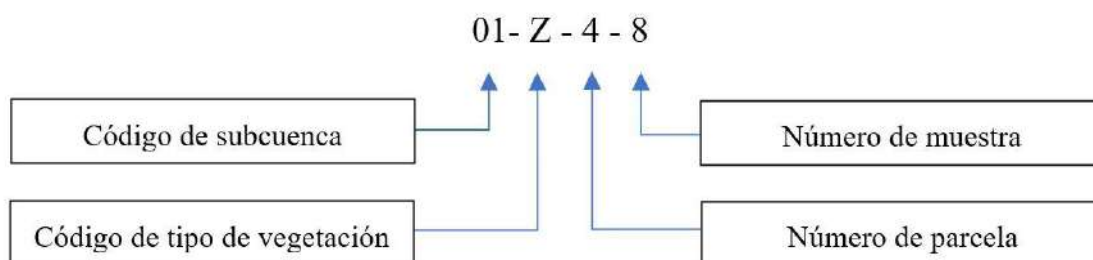
Figura 11: Esquema de un punto de muestreo

Además, cada uno de los puntos de muestreo lleva una codificación, de acuerdo con la subcuenca de origen, tipo de cobertura vegetal, número de parcela y de muestra (Tabla 5).

Tabla 5: Codificación de puntos de muestreo en las subcuencas evaluadas

Subcuenca	Tipo de cobertura vegetal	N° de parcelas	N° de muestras por parcela	N° de muestras por tipo de cobertura vegetal	Total de muestras
Llanganuco (01)	Pastizal (P)	4	8	32	192
	Bosque nativo de queñual (C)	4	8	32	
	Plantación de queñual (Z)	4	8	32	
Quillcayhuanca (02)	Pastizal (P)	4	8	32	192
	Plantación mixta (E)	4	8	32	
	Plantación de queñual (Z)	4	8	32	

Obteniendo, como ejemplo, el siguiente código de un punto de muestreo:



De esta manera, al contabilizar el número de muestras en Llanganuco, se obtuvieron 32 puntos de muestreo por cada tipo de cobertura vegetal, dando un total de 96 puntos de muestreo. De

igual manera, en Quillcayhuanca también se obtuvieron 32 puntos de muestreo por cada tipo de cobertura vegetal, dando un total de 96 puntos de muestreo. Finalmente, entre ambas subcuencas se registraron 192 puntos de muestreo de 1 m².

3.4.1. Bosques nativos de queñuales (C)

Los bosques nativos de queñuales se hallaron sólo en la subcuenca Llanganuco (ver Figura 12), los cuales no han tenido intervención de manejo silvicultural (poda o raleo), ya que se han desarrollado de forma natural desde antes de la creación del PNH. La especie predominante en los cuatro parches fue *Polylepis seríceea*; los individuos tenían un diámetro a la altura de pecho (DAP) entre 9,6 y 36,5 cm (ver Tabla 6), con un rango de altura entre 10 y 12 m; presentaban un dosel cerrado, en el sotobosque se hallaron especies herbáceas, musgo, helecho, epífitas, orquídeas y abundante hojarasca por encima de los suelos superficiales y pedregosos; además, se observó la presencia en mediana proporción del hongo de Queñual (*Leptosphaeria polylepidis*). Debido a la actividad ganadera (evidenciada en las heces encontradas) se seleccionaron dos parcelas expuestas a dicha actividad (01C1 y 01C3) y otras dos que no (01C2 y 01C4). Las cuatro parcelas se distribuyeron de la siguiente forma: el primero (01C1) en el inicio del camino hacia la laguna 69 y las demás (01C2, 01C3 y 01C4) en los alrededores de la laguna Chinancocha (ver Figura 8 y Tabla 6).



Figura 12: Bosque nativo de queñual

Tabla 6: Ubicación de las parcelas del bosque nativo de queñual en Llanganuco

Parcela*	Coordenadas UTM		Número de árboles	DAP _{mín} - DAP _{máx} (cm)
	WGS 84 – 18 S			
	Este	Norte		
01C1a	213086	8999018	5	28 – 36,5
01C2 a	209207	8995458	7	9,6 – 28,8
01C3 a	209330	8996191	4	22,5 – 35,7
01C4 a	208515	8995372	10	13,5 – 35,6

Nota: *: 01: Llanganuco; C: bosque nativo de queñual; 1 – 4: parcelas. ^a: *Polylepis seríceea*

3.4.2. Plantaciones de queñuales (Z)

Este ecosistema forestal fue hallado en ambas subcuencas del estudio, variando en la edad (intermedia: 15 – 30 años; madura: mayor a 30 años), características físicas y manejo forestal en cada parcela.

En Llanganuco, se identificaron dos parcelas de plantaciones de edad intermedia (01Z1 y 01Z2) (ver Figura 13A), de aproximadamente 25 años, con un distanciamiento de 2 m y sin tratamiento silvicultural aplicado (poda, raleo), ubicándose en el inicio del camino hacia la laguna 69; la especie plantada en ambas parcelas fue *Polylepis incana* y los individuos tenían un rango de altura entre 3 y 5 m; la mayoría de ellos tenía un DAP promedio entre 9,8 y 22,6 cm (ver Tabla 7). La presencia del hongo de queñual fue mayor en estas parcelas. Se observó un dosel más abierto que en los bosques nativos, el sotobosque estaba compuesto de herbáceas, musgos, helechos, hojarasca y regeneración natural. Además, se evidenció la presencia de ganado vacuno y turistas que pasaban entre las plantaciones.

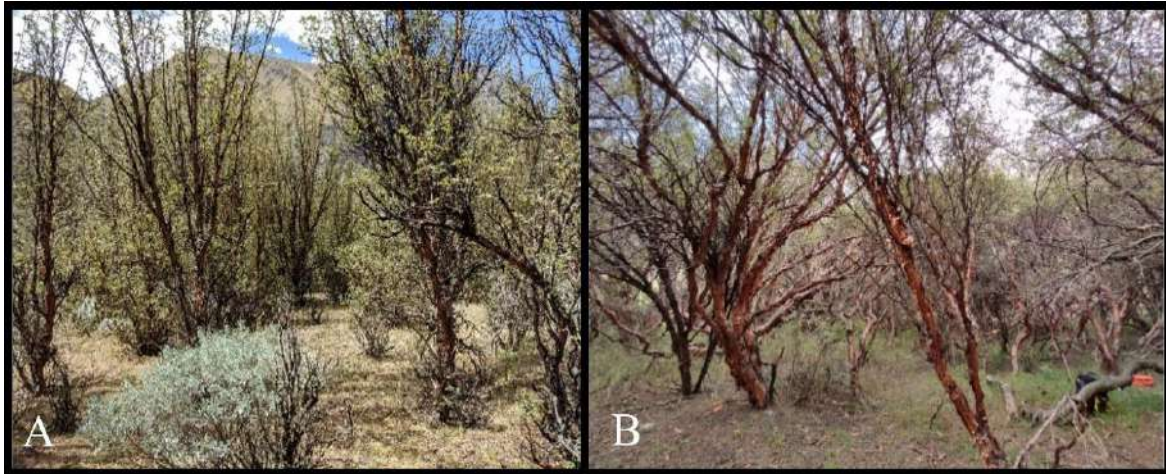


Figura 13: Plantación de edad intermedia (A) y madura (B) de Queñual en Llanganuco

Las parcelas de plantaciones de edad madura (01Z3 y 01Z4) (ver Figura 13B), de aproximadamente 50 años, presentaron un distanciamiento de 2 m, no evidenciaron tratamientos silviculturales y se encontraban en los alrededores de la laguna Chinancocha; la especie plantada fue *Polylepis sericea*; los individuos con un rango de altura entre 8 y 10 m, tenían en su mayoría un DAP que variaba entre 8,4 y 32,1 cm (ver Tabla 7); presentaban un dosel cerrado y el sotobosque con abundante hojarasca y presencia de regeneración natural, además de herbáceas. La presencia del hongo de queñual fue de mediana proporción; no se observó la presencia de ganado o turistas en estos parches.

Tabla 7: Ubicación de las parcelas de las plantaciones de queñual

Parcela*	Coordenadas UTM		Número de árboles	DAP _{mín} - DAP _{máx} (cm)
	WGS 84 – 18 S			
	Este	Norte		
01Z1 ^a	213249	8999425	23	11,4 – 22,1
01Z2 ^a	213240	8999251	25	9,8 – 22,6
01Z3 ^b	208632	8995373	7	8,4 – 22,5

01Z4 ^b	208577	8995348	13	15,3 – 32,1
02Z1 ^c	234654	8949111	66	10,2 – 13,4
02Z2 ^d	234595	8949027	15	9,8 – 31,1
02Z3 ^d	234587	8948961	8	13,9 – 33,4
02Z4 ^c	234603	8949072	71	9,1 – 12,1

Nota: *: 01: Llanganuco; 02: Quillcayhuanca; Z: plantación de queñual; 1 – 4: parcelas. a : *Polylepis incana*; b : *Polylepis sericea*; c : *Polylepis racemosa*; d : *Polylepis weberbaueri*

En Quillcayhuanca también se instalaron dos parcelas en las plantaciones de edad intermedia (02Z1 y 02Z4) (ver Figura 13B), a la altura del puesto de control (ver Figura 9), establecidas desde el 2003 (18 años actualmente) con un distanciamiento de 1 m; en el 2014 se realizaron podas y raleos (Gonzalez, 2015) de manera parcial, obteniendo distanciamientos de 2 y 3 m. La especie utilizada fue *Polylepis racemosa*, con individuos de DAP entre 9,1 y 13,4 cm, y con alturas dentro del rango de 5-7 m; la mitad de los puntos de muestreo se ubicaron en zonas con dosel cerrado (sin manejo), mientras que la otra mitad en zonas donde se realizó manejo, por lo tanto, con un dosel medianamente abierto; en el suelo se observó la presencia de hojarasca, herbáceas, musgo y helechos; en ambas parcelas se evidenció la presencia de ganado vacuno.

Por otro lado, las plantaciones maduras (02Z2 y 02Z3) (ver Figura 14B) se ubican al cruzar el puente del río Quillcayhuanca (ver Figura 9), y son zonas excluidas de ganado. Establecidas desde 1985 (36 años actualmente) (Gonzalez, 2015), sin tratamiento silvicultural hasta la fecha; los individuos presentaban alturas entre 8 y 10 m, con un DAP promedio entre 9,8 y 33,4 cm (ver Tabla 7), presentando distanciamientos de 2,5 m (02Z2) y 5 m (02Z3). La especie utilizada en ambas parcelas es *Polylepis weberbaueri*. En el sotobosque se hallaron herbáceas, donde predomina la *Festuca* sp., musgos y helechos; además, el dosel era medianamente abierto.



Figura 14: Plantación de edad intermedia (A) y madura (B) de queñual en Quillcayhuanca

3.4.3. Plantación mixta de queñual y eucalipto (E)

Las plantaciones mixtas se encuentran conformadas por individuos de *Polylepis weberbaueri* y *Eucalyptus globulus* (ver Figura 15), también estaban ubicadas al otro lado de río Quillcay (ver Figura 9), por lo que no se evidenció la presencia de ganado; sin embargo, se pudo observar la práctica de la tala ocasional para aprovechamiento, afectando a ambas especies y creando pequeños claros. Esta plantación fue establecida junto a las plantaciones maduras de queñuales (02Z2 y 02Z3) en el mismo año (1985, según lo indicado por los guardaparques del PNH); el DAP en los individuos variaba entre 9,1 y 35,1 cm (ver Tabla 8); además, la altura de los queñuales se encontraba entre los 9 y 11 m, mientras que de los individuos de eucalipto se encontraban entre los 25 y 30 m. En el sotobosque se hallaron herbáceas, helechos, regeneración natural de ambas especies arbóreas y orquídeas, así como una gran cobertura de hojarasca y musgo.



Figura 15: Vista exterior (A) e interior (B) de la plantación mixta en Quillcayhuanca

Tabla 8: Ubicación de las parcelas de plantaciones mixtas en Quillcayhuanca

Parcela*	Coordenadas UTM		Número de árboles	DAP _{mín} - DAP _{máx} (cm)
	WGS 84 – 18 S (m)			
	Este	Norte		
02E1 ^{a,b}	234662	8949022	24	10 – 24,3
02E2 ^{a,b}	234691	8949066	16	15,2 – 35,1
02E3 ^{a,b}	234735	8949055	10	13,4 – 35,1
02E4 ^{a,b}	234748	8949102	14	9,1 – 33,5

Nota: *: 02: Quillcayhuanca; E: plantación mixta; 1 – 4: parcelas. ^a: *Polylepis weberbaueri*; ^b: *Eucalyptus globulus*

3.4.4. Pastizales andinos (P)

Este tipo de cobertura vegetal tiene características similares en ambas subcuencas, además de ser la más abundante en todo el PNH. Cumple con varios roles, entre los cuales destacan la regulación hídrica, protección contra la erosión, entre otros de aspecto ambiental; y en cuanto

al aspecto agropecuario sirve como fuente de alimento para los diferentes tipos de ganado en el PNH, por lo que tiene una alta carga animal (ver Figura 16).

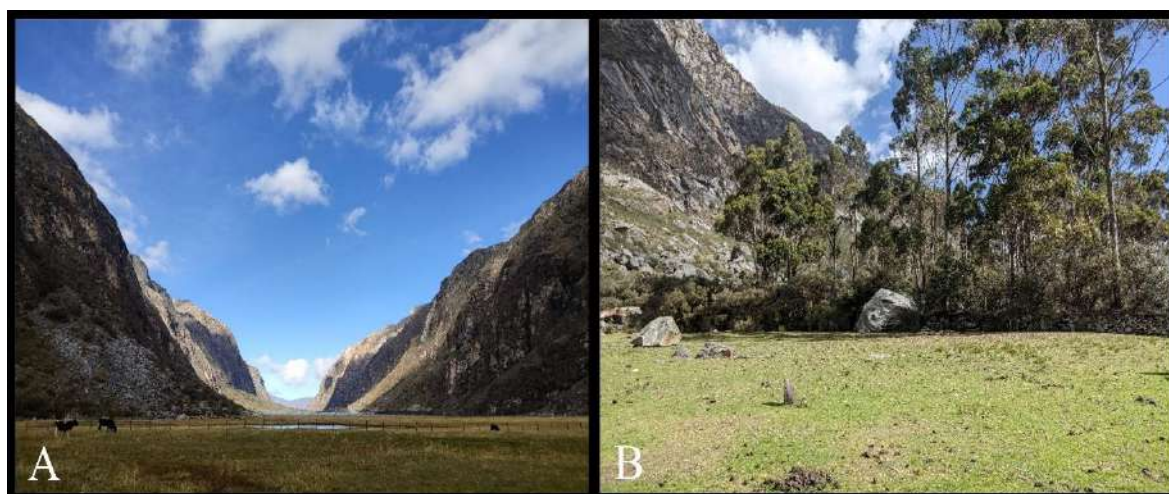


Figura 16: Pastizales en Llanganuco (A) y en Quillcayhuanca (B)

En Llanganuco se establecieron cuatro parcelas (ver Figura 8 y Tabla 9), las dos primeras en Yurac corral (01P1 y 01P2), una a la espalda de Yurac corral (01P4) y otra en el inicio del camino hacia la laguna 69 (01P3), hallando diferentes especies herbáceas.

En Quillcayhuanca también se instalaron cuatro parcelas (02P1,02P2,02P3 y 02P4) alrededor del puesto de control (ver Figura 9 y Tabla 9).

Tabla 9: Ubicación de las parcelas de pastizales

Parcela*	Coordenadas UTM WGS 84 – 18 S	
	Este	Norte
01P1	212208	8998187
01P2	211959	8998279
01P3	213228	8999144
01P4	212309	8998372
02P1	234612	8949118
02P2	234387	8948989

02P3	234776	8949126
02P4	234882	8949186

Nota: *: 01: Llanganuco; 02: Quillcayhuanca; P: pastizal andino; 1 – 4: parcelas

3.5. Metodología para la recolección de datos en campo

El levantamiento de la información en campo se dividió en dos etapas, la primera fue durante la transición de estación seca a húmeda (octubre - noviembre 2020), en la cual se establecieron los puntos de muestreo y se realizó la extracción de las muestras de suelo; mientras que la segunda etapa se llevó a cabo durante la época seca (junio - julio 2021), y consistió en la caracterización de la vegetación, la medición del horizonte orgánico y del contenido de humedad en el suelo, y el registro de infiltración.

3.5.1. Muestreo de suelos

La extracción de las muestras de suelos se realizó en cada punto de muestreo, siguiendo los protocolos del USDA (P.J. Schoeneberger *et al.*, 2012), utilizando un cilindro muestreador (ver Figura 17). Resultando un total de 96 muestras por cada subcuenca, distribuidos de forma equitativa en cada tipo de cobertura vegetal (32 para cada uno). Para ello, en cada punto se retiró la cobertura superficial (hojarasca, materia orgánica no descompuesta, piedras, etc.), dejando el suelo desnudo a la vista; en seguida, se insertó un cilindro metálico con volumen de 395,92 cm³ a 10 cm de profundidad, el cual fue extraído de la forma más cuidadosa posible para evitar perturbar la estructura de la muestra. El peso húmedo de cada muestra de suelo varió entre 300 y 500 g. Finalmente, las muestras fueron guardadas en bolsas ziploc, y almacenadas en cajas resistentes para su traslado hacia las instalaciones del “Laboratorio de propiedades físico-mecánicas de la madera” de la UNALM, para el secado y cálculo de la densidad aparente, y posteriormente llevados al “Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes” de la UNALM.



Figura 17: Instalación del cilindro (A) para extraer la muestra de suelo (B)

3.5.2. Caracterización de la vegetación

Para la caracterización de la vegetación, se establecieron unidades de muestreo en forma de cuadrantes de 12,53 m² (Figura 18). En cada uno de ellos, se tomó como centro a la estaca de los puntos de muestreo (Figura 11). De esta manera, se obtuvo el mismo número que los puntos de muestreo (192), distribuidos de forma equitativa (32) para cada tipo de cobertura vegetal en las subcuencas evaluadas.



Figura 18: Cuadrante de caracterización de vegetación

Las características de vegetación tomadas en cuenta dentro de cada cuadrante fueron: estimación de la cobertura a través del método de Braun Blanquet; la riqueza y diversidad

florística (plantas vasculares y presencia de musgo), utilizando los índices de Shannon Wiener y Simpson; así como los parámetros de área basal, densidad arbórea y cobertura del dosel. El siguiente flujograma muestra el proceso para la toma de data sobre la vegetación (Figura 19):

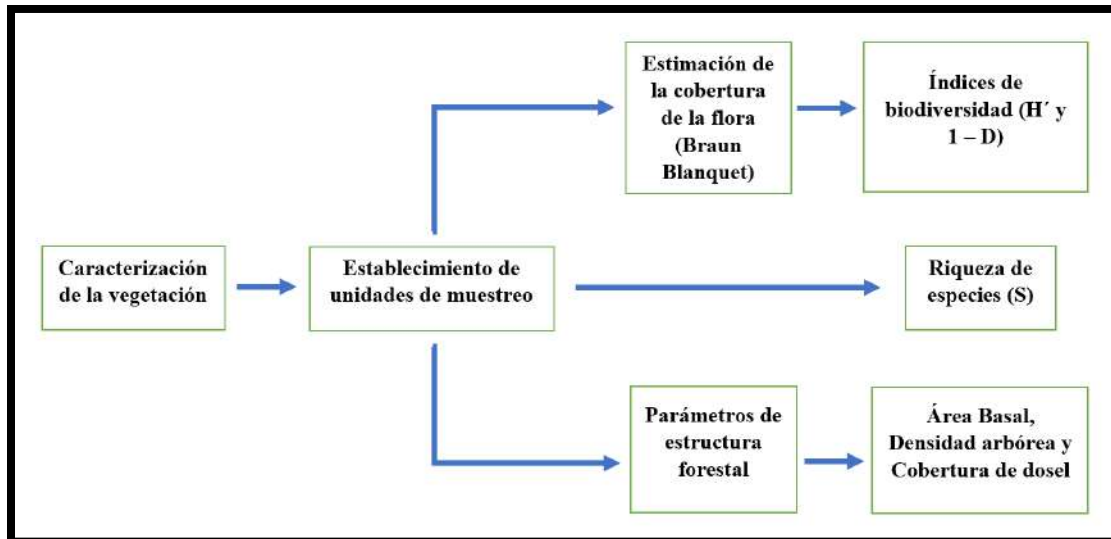


Figura 19: Proceso de la toma de datos de la vegetación

a. Cobertura

Para estimar la cobertura de las especies de la flora, se utilizó la escala del Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1932), por la simplicidad y aptitud para la estimación visual, la cual permite una rápida generación de datos de cobertura relativa para la comparación de sitios. Con el fin de poder usar los valores de la escala, estos datos cualitativos se convirtieron a cuantitativos, tomando el punto medio del rango para el análisis estadístico (Wikum & Shanholtzer, 1978) (ver la Tabla 10).

Tabla 10: Modificación de la escala de Braun-Blanquet para uso cuantitativo

Escala Braun-Blanquet	Rango de cobertura (%)	Punto medio de cobertura (%)
5	75 – 100	87,5
4	50 – 75	62,5
3	25 – 50	37,5
2	5 – 25	15
1	< 5 (varios ejemplos)	2,5
+	<5 (pocos ejemplos)	0,1
0	ausente	0

Fuente: Wikum & Shanholtzer (1978)

b. Índices de biodiversidad

Se tomó en cuenta a la biodiversidad, considerando a las especies herbáceas y a la regeneración natural de las especies forestales halladas en el interior de cada cuadrante. Para el cálculo de los índices de biodiversidad, se empleó el valor proporcional del punto medio de la cobertura según la escala Braun – Blanquet (Wikum & Shanholtzer, 1978), la cual es una opción diferente a la estimación de la diversidad de especies mediante la densidad (Whittaker, 1972). A partir de estos valores, se calcularon los siguientes índices:

- Índice de diversidad Shannon-Wiener (H'): combina la información de la riqueza y la equidad en la diversidad de especies botánicas en un hábitat (BOLFOR *et al.*, 2000; C. Moreno *et al.*, 2006). Su fórmula es:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde “ p_i ” es la abundancia proporcional de la especie i (# individuos de especie i / # total de individuos de la muestra) y “ \ln ” es el logaritmo natural.

Este índice expresa el grado promedio de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar dentro de una muestra, asumiendo que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran, 1988). Sus valores se encuentran entre 0, cuando hay una sola especie, y el logaritmo neperiano de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (C. E. Moreno, 2001). Generalmente varía entre 1,5 y 3,5, pasando raramente de 4,5 cuando se observa un gran aumento de la riqueza de especies (Magurran, 1988). El estudio de Yaranga (2018) indica que los ecosistemas altoandinos (pastizales) en el Perú, tienen valores medios y altos de H' (entre 2,75 y 3,41). En la Tabla 11 se observa los valores e interpretación para este índice.

Tabla 11: Interpretación de los valores del índice de Shannon-Wiener (H')

Valores	Interpretación
0,1 - 1,5	Diversidad baja
1,6 - 3,0	Diversidad media
3,1 - 4,5	Diversidad alta

Fuente: Magurran (1988)

A pesar de su practicidad, no es recomendable utilizar este índice como criterio único para expresar la diversidad de un área, ya que la escala empleada tiende a reducir el espectro real de la riqueza de especies.

- **Índice de Simpson (D)** : es otro índice utilizado para determinar la diversidad de una comunidad vegetal (BOLFOR *et al.*, 2000), donde las especies más dominantes influyen en su valor (Magurran, 1988). Su fórmula es la siguiente:

$$1 - D = 1 - \sum p_i^2$$

Donde “ p_i ” es la abundancia proporcional de la especie i (# individuos de especie i / # total de individuos de la muestra).

Este índice muestra la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar dentro de una muestra, sean de la misma especie (C. E. Moreno, 2001). Debido a que su valor es inverso a la equidad, la diversidad de Simpson se puede calcular como $1 - D$ (Lande, 1996); donde, a medida que D aumenta la diversidad disminuye (Magurran, 1988). En la Tabla 12 se observan los rangos de valores de este índice junto a la interpretación de cada uno.

Tabla 12: Interpretación para el índice de diversidad de Simpson (1-D)

Valores	Interpretación
0,00 - 0,35	Diversidad baja
0,36 - 0,75	Diversidad media
0,76 - 1,00	Diversidad alta

Fuente: Krebs, 1985 (citado por Álvarez, 2016)

c. Riqueza florística

Se realizó el reconocimiento de las especies halladas en cada cuadrante establecido. Para esto, se tomaron fotografías de los ejemplares para su posterior identificación, con el apoyo de trabajos realizados anteriormente en la flora del PNH (Alegría Olivera & Zarria Samanamud, 2016; Barrio, 2017), en pastizales andinos (Eduardo *et al.*, 2018), así como consultas realizadas a profesionales biólogos (Edwin Becerra y Steven Sevillano). La lista de especies de la flora encontrada en el interior de los cuadrantes se puede observar en el Anexo 9.

Para conocer el número de especies halladas en cada cuadrante, se tomó en cuenta a la riqueza de especies, la cual se define de la siguiente manera:

- Riqueza de especies (S): se refiere al número de especies que pertenecen a un grupo (plantas) existente en un hábitat (BOLFOR *et al.*, 2000).

d. Evaluación de la estructura forestal

Adicionalmente, se tomaron datos dasométricos en el interior de cada cuadrante, como el área basal (AB), densidad arbórea y el porcentaje de cobertura de dosel de acuerdo con la escala de Braun Blanquet (ver Tabla 13). Para este fin, se consideraron a los individuos arbóreos con $DAP > 5$ cm, esto debido a que en ciertas parcelas de plantaciones juveniles de queñuales se hallaron fustes muy delgados. Luego, los valores de DAP fueron empleados para estimar el AB por cada cuadrante en los diferentes tipos de cobertura forestal.

Tabla 13: Parámetros para evaluar los ecosistemas forestales

Parámetros dasométricos
área basal (m ² /ha)
densidad arbórea (# árboles/ha)
cobertura del dosel (%)

A pesar de que se tomaron de forma general para cada tipo de cobertura forestal, estos parámetros fueron evaluados en cuanto a su correlación con la capacidad de infiltración (K_{fs}). Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la densidad arbórea (número de árboles/ha) y del área basal (m²/ha) son los utilizados en el Inventario Nacional Forestal del Perú (Apaza Ticona *et al.*, 2019):

- $Densidad\ arbórea\ \left(\frac{\text{número de árboles}}{ha}\right) = \frac{\text{número de árboles}}{12,53\ m^2} * \frac{10\ 000\ m^2}{1\ ha}$

- $Área\ basal\ \left(\frac{m^2}{ha}\right) = \frac{\frac{\pi}{4} * dap^2(m)}{12,53\ m^2} * \frac{10\ 000\ m^2}{1\ ha}$

3.5.3. Registro del horizonte orgánico

En el presente trabajo, se denominó “horizonte orgánico” (O) al conjunto de hojarasca, residuos vegetales y musgo, que se encontraba acumulado en la parte superficial, cubriendo el suelo mineral. Esta actividad se realizó antes de la medición de infiltración, en el mismo punto de ensayo. Para esto, la profundidad de esta capa fue medida cuatro veces tomando como referencia los puntos cardinales, obteniendo un promedio que fue utilizado para el análisis (ver Figura 20). Su importancia radica en su función como proveedor de la materia orgánica, que es descompuesta y trasladada a las primeras capas del suelo (Gaspar-Santos *et al.*, 2015), impactando en sus propiedades físicas y su comportamiento con el agua. Además, Islam (2001) señala que la hojarasca reduce el impacto de las gotas de lluvia, favoreciendo a la infiltración en condiciones naturales.



Figura 20: Espesor del horizonte O en la plantación mixta (A) y en una plantación de queñual (B)

3.5.4. Medición del contenido inicial de humedad volumétrica (θ_i)

Se llevaron a cabo tres mediciones del contenido de humedad volumétrica (θ_i) antes de cada ensayo, alrededor de cada punto de muestreo, entre 5 y 15 cm de distancia para no afectar en los ensayos de infiltración (ver Figura 21). Para ello, se utilizó el sensor de humedad de suelo ML3 ThetaProbe de la marca Delta-T. Este dispositivo guardó los valores de milivoltios (mV) obtenidos del suelo desnudo; luego, el promedio de los valores registrados fue utilizado en una ecuación polinomial que relaciona el voltaje obtenido en cada tipo suelo (mineral u orgánico) y el contenido de humedad volumétrica (Delta-T Devices Ltd, 1998). Posteriormente, los resultados del contenido inicial de humedad volumétrica (θ_i) se incluyeron en la ecuación para determinar el K_{fs} (Ecuación 1).



Figura 21: Medición de humedad del suelo alrededor del punto de ensayo de infiltración

3.5.5. Determinación de la conductividad hidráulica saturada en campo (K_{fs})

Se realizó la medición de la infiltración para determinar la conductividad hidráulica saturada en campo (K_{fs}), a través del método de “Infiltrómetro de anillo simple”, con el cual se puede abarcar una gran cobertura espacial y efectuar la recolección de un amplio número de repeticiones en un corto tiempo (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Suárez *et al.*, 2013); siendo estas características las adecuadas para la toma de muestras comparativas en un periodo de 12 días durante una temporada determinada (época seca). Además, entre otros aspectos relevantes para su uso, se encuentran: la practicidad para ser utilizada en lugares de difícil acceso, debido a la simplicidad de sus componentes, y el empleo de un volumen bajo de agua, en comparación de otros métodos (doble anillo, simulador de lluvias, etc.) (ver Figura 22). Aunque el método seleccionado no se puede utilizar para estimar la capacidad de infiltración en condiciones normales (generalmente el volumen vertido en el anillo es mayor al de las lluvias típicas), es adecuado para caracterizar las diferencias entre suelos con distintos tipos de cobertura vegetal (Agnese *et al.*, 2011; Suárez *et al.*, 2013).

Para la elección del tamaño del infiltrómetro, se realizó una prueba en campo con tres anillos de diámetros diferentes (11, 15 y 20 cm) con la misma altura ($h = 20$ cm) y con biselado en la

parte inferior, los cuales se colocarían a 10 o 5 cm de profundidad; siendo ideal la elección del mayor diámetro. Sin embargo, la densidad de las raíces y la cantidad de piedras hizo imposible la inserción a 5 cm de profundidad del anillo grande (20 cm de diámetro), para el anillo mediano (15 cm de diámetro) se observó una mayor perturbación del suelo (mayor cantidad de golpes), mientras que para el anillo pequeño (11 cm de diámetro) la perturbación del suelo fue aceptable y mucho menor que los demás. Finalmente, la profundidad de inserción fue de 5 cm, determinada por la dificultad del terreno; este valor cumple con el rango de profundidad adecuado (entre 3 y 10 cm) para los ensayos con infiltrómetros (Dane & Clarke Topp, 2002).



Figura 22: Materiales utilizados en el ensayo de infiltración: (A) herramienta de nivelación y comba, (B) infiltrómetro simple, (C) cronómetro, (D) balde con agua y jarra medidora.

Para la obtención de datos, se adaptó la metodología de “Técnica simple de caída de carga” utilizada por Bagarello *et al* (2004), cuyo procedimiento en campo es el siguiente:

- Se realizó la limpieza de la superficie, retirando la hojarasca y residuos vegetales in situ. Luego, el anillo metálico se insertó en el suelo a una profundidad (d) de 5 cm, formando una sección transversal (A) en el interior. La instalación fue de forma perpendicular, evitando alterar la estructura y composición edáfica, con la ayuda de una herramienta metálica para uniformizar la fuerza del golpe en la parte superior del anillo, permitiendo nivelar la posición del anillo (ver Figura 22);

- En el interior del anillo se introdujo una bolsa de plástico resistente que contuvo un volumen de 467 cm^3 ($V = 0,467 \text{ l}$) de agua para cada ensayo, este volumen tuvo una altura de columna de 5 cm;
- Una vez que se echó el agua, se retiró el plástico, y se empleó un cronómetro para registrar el tiempo (t_a) que el agua demora en penetrar el suelo (ver Figura 23).



Figura 23: Registro del tiempo de infiltración

El volumen de agua utilizado fue el mismo para cada ensayo, con el fin de minimizar el sesgo generado por la diferencia de presiones, que sería causada por el peso variable de agua en cada ensayo. El agua para las mediciones se obtuvo de los cuerpos de agua cercanos a las parcelas de estudio (ríos y lagunas), mediante el uso de cubetas de 16 litros, y los traslados de los materiales entre las subcuencas se realizaron con una camioneta.

Una vez establecido en gabinete, con la aplicación de la ecuación indicada por Bagarello *et al* (2004) estimó el valor de K_{fs} (Ecuación 1):

$$K_{fs} = \frac{\Delta\theta}{(1-\Delta\theta)t_a} \left[\frac{D}{\Delta\theta} - \frac{(D+\frac{1}{\alpha^*})}{1-\Delta\theta} \ln \left(1 + \frac{(1-\Delta\theta)D}{\Delta\theta(D+\frac{1}{\alpha^*})} \right) \right] \dots \text{(Ecuación 1)}$$

Donde “ t_a ” es el tiempo que demora el agua para infiltrarse en el suelo; el parámetro “ α^* ” se relaciona con la textura y estructura del suelo; “ $\Delta\theta$ ” es la diferencia entre el contenido volumétrico inicial y final de agua; y “ D ” es la profundidad que alcanza el agua infiltrada.

El parámetro α^* es la longitud capilar macroscópica del suelo, este representa la importancia relativa de las fuerzas de gravedad y capilaridad durante la infiltración (Raaijmakers, 1976, citado por Dane & Clarke Topp, 2002). Un α^* grande se da principalmente en suelos porosos de textura gruesa o altamente estructurados, implicando un predominio de la gravedad sobre la capilaridad; mientras que un α^* pequeño se relaciona con un suelo de textura fina o sin estructura, en donde predomina la capilaridad sobre la gravedad (ver Tabla 14). Para el presente estudio, el valor elegido es de $\alpha^* = 0,12 \text{ cm}^{-1}$, debido a la clasificación general de la textura del suelo en ambas subcuencas (ver Anexo 3).

Tabla 14: Valores de α^* de acuerdo con la textura del suelo

Categoría de textura y estructura del suelo	α^* (cm^{-1})
Materiales compactados, sin estructura, arcillosos o limosos, como tapas y revestimientos de vertederos, sedimentos lacustres o marinos.	0,01
Suelos de textura fina (arcillosos o limosos) y no estructurados; también pueden incluir algunas arenas finas.	0,04
La mayoría de los suelos estructurados, desde las arcillas hasta las margas; también incluye las arenas medias y finas no estructuradas. La categoría es frecuentemente aplicable a los suelos agrícolas.	0,12
Arenas gruesas y gravosas; también puede incluir suelos muy estructurados o agregados, así como suelos con grandes y/o numerosas grietas, macroporos.	0,36

Fuente: Elrick *et al* (1989)

El valor de $\Delta\theta$ (Ecuación 2) es la diferencia entre el contenido volumétrico de agua del suelo saturado en campo (θ_{fs}) y el contenido volumétrico inicial de agua (θ_i); el θ_{fs} es equivalente al valor de la porosidad total del suelo (ϕ) (Ecuación 3), y esta se calcula con el valor de la

densidad aparente (ρ_a) y de la densidad del suelo mineral ($\rho_s = 2,65 \text{ g/cm}^3$) (Mubarak *et al.*, 2009); de igual manera, el θ_i se obtuvo de la forma indicada en la sección 3.5.4, con el sensor de humedad.

$$\Delta\theta = \theta_{fs} - \theta_i \dots \text{(Ecuación 2)}$$

$$\varphi = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_s} \dots \text{(Ecuación 3)}$$

El valor de D (Ecuación 4) se determina a través de la relación entre el volumen de agua infiltrada (V) y el área de la sección transversal dentro del anillo ($A = 93,31 \text{ cm}^2$).

$$D = \frac{V}{A} \dots \text{(Ecuación 4)}$$

3.6. Metodología para obtención de datos en laboratorio

3.6.1. Caracterización de propiedades físicas del suelo

a. Determinación de la densidad aparente (ρ_a)

Este parámetro cobra importancia al estar muy relacionado con la textura y estructura del suelo, los cuales influyen en la infiltración. La determinación de la densidad aparente (g/cm^3) se obtuvo luego del secado de las muestras de suelo en el laboratorio de “Propiedades físico-mecánicas de la madera” (ver Figura 24), perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM. Para ello, luego de que las muestras fueron transportadas desde el PNH hasta el laboratorio, se siguieron los siguientes pasos:

- Cada muestra de suelo húmedo fue pesada y luego transferida a una bolsa de papel codificada, antes de colocarlas en la estufa.
- Las bolsas de papel codificadas estuvieron por 48 horas a 60°C en la estufa. Se verificó que luego de este periodo, el peso seco se mantuviera constante.

- Una vez secas, cada una de las muestras fue pesada.
- Finalmente, se utilizaron los valores del peso seco (m_s) de cada muestra, dividiéndolos entre el volumen del cilindro ($V_c = 395,92 \text{ cm}^3$), obteniendo como resultado la densidad aparente de cada una de ellas (Ecuación 5).

$$\rho_a = \frac{m_s}{V_c} \dots \text{(Ecuación 5)}$$



Figura 24: Secado de las muestras de suelo en la estufa

b. Determinación de la textura y materia orgánica

Las 192 muestras de suelo pasaron un análisis granulométrico (porcentajes de limo, arcilla y arena) para determinar la textura de estas, además del cálculo del porcentaje de materia orgánica. Para la determinación de la textura, se utilizó el método de Bouyoucos (Bouyoucos, 1927), el cual consiste en mezclar el suelo con una solución dispersante (mezcla de carbonato de sodio y hexametáfosfato de sodio) mediante agitación por dos horas; finalmente, aprovechando las diferentes velocidades de sedimentación de las partículas, se determina el porcentaje de arena, limo y arcilla por medio del cambio de densidad de la solución en la cual se lleva a cabo el ensayo.

Por otro lado, para el cálculo del porcentaje de materia orgánica se empleó el método de Walkley-Black (Bazán, 2017), el cual consiste en la oxidación del carbono orgánico presente en el suelo en medio ácido; el carbono orgánico del suelo es oxidado hasta CO₂ en presencia de un exceso de agente oxidante tal como una mezcla de dicromato de potasio y ácido sulfúrico; luego, el exceso de dicromato se determina mediante titulación con sulfato de amonio ferroso; y finalmente se calcula el porcentaje de M.O, asumiendo que esta contiene carbono orgánico en un 58 %. Ambas actividades se realizaron en el “Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes” del Departamento de Suelos de la Facultad de Agronomía en la UNALM.

3.7. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizaron los programas Past4.08 (Oyvind, 2022) y SPSS Statistics 21 (IBM Corporation, 2021). En primer lugar, se evaluó la distribución normal mediante la prueba Shapiro - Wilk (con Past4.08), tanto las propiedades del suelo: densidad aparente (ρ), horizonte orgánico (O), materia orgánica (M.O) y textura (arena, limo y arcilla); así como para K_{fs} en los seis tipos de cobertura vegetal, con 32 muestras cada uno (dejando de lado la separación por parcelas); a pesar de las diferentes edades entre las parcelas de plantaciones de queñual en cada valle, ya que no mostraron diferencias significativas para K_{fs} al realizar la prueba Kruskal Wallis, seguida del análisis post hoc Games Howell ($p = 0,05$) (ver Anexo 8). Por esto, los grupos evaluados para obtener los valores de las propiedades del suelo fueron: pastizal andino de Llanganuco (01P), bosque nativo de queñual en Llanganuco (01C), plantación de queñual en Llanganuco (01Z), pastizal andino de Quillcayhuanca (02P), plantación mixta de Quillcayhuanca (02E) y plantación de queñual de Quillcayhuanca (02Z) (la data de K_{fs} y las propiedades del suelo se puede observar en los Anexos 3 y 4). Los resultados de la prueba de Shapiro Wilk ($p = 0,05$) (ver Tabla 15) se basaron en las siguientes hipótesis:

H_0 = La muestra proviene de una población que presenta distribución normal.

H_1 = La muestra no proviene una población que presenta distribución normal.

Tabla 15: Resultados de la prueba Shapiro Wilk ($p = 0,05$) de las propiedades del suelo en cada tipo de cobertura vegetal

p-valor: Shapiro Wilk	Tipo de cobertura vegetal*					
	01P	01C	01Z	02P	02E	02Z
ρ_a (g/cm ³)	0,07	0,09	0,32	0,13	0,02 S	0,24
O (cm)	0,13	0,94	0,01S	0,59	0,12	0,001 S
M.O (%)	0,13	0,001 S	0,02 S	0,01 S	0,92	0,29
Arena (%)	0,29	0,31	0,90	0,41	0,10	0,41
Limo (%)	0,05	0,68	0,50	0,49	0,14	0,28
Arcilla (%)	0,001 S	0,001 S	0,001 S	0,05	0,001 S	0,03 S
K_{fs} (cm/h)	0,001 S	0,001 S	0,001 S	0,001 S	0,001 S	0,001 S

Nota: S: $p < 0,05$, no cumple con la distribución normal. *: 01P: pastizal de Llanganuco; 01C: bosque nativo de queñual de Llanganuco; 01Z: plantación de queñual de Llanganuco; 02P: pastizal de Quillcayhuanca; 02E: plantación mixta de Quillcayhuanca; 02Z: plantación de queñual de Quillcayhuanca.

En la Tabla 15 se observa que la conductividad hidráulica saturada en campo (K_{fs}) y la mayoría de los parámetros en los diferentes tipos de cobertura vegetal presentan un $p < 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la alternativa (H_1), evidenciando distribuciones no normales en varios grupos de datos. Por esta razón, se eligieron pruebas no paramétricas (Kruskal Wallis y Games Howell) para observar las diferencias en las medianas de las variables consideradas.

Para la evaluación de la normalidad de las características de la cobertura vegetal se tomó en cuenta a la riqueza de especies (S), el índice de Shannon (H') y el índice de biodiversidad de Simpson ($1-D'$) como indicadores de biodiversidad en cada grupo de cobertura vegetal; y para el caso de los ecosistemas forestales, además de los indicadores de biodiversidad, se consideró el área basal, la densidad arbórea y cobertura del dosel, en esta sección se tomó en cuenta a la diferencia de edad en las plantaciones de queñual, por lo que los tipos de cobertura vegetal evaluados fueron clasificados de la siguiente manera: pastizal en Llanganuco (01P), bosque nativo de queñual en Llanganuco (01C), plantación intermedia (01ZI: 01Z1 y 01Z2) y madura

(01ZM: 01Z3 y 01Z4) de queñual en Llanganuco, pastizal en Quillcayhuanca (02P), plantación mixta en Quillcayhuanca (02E), plantación intermedia (02ZI: 02Z1 y 02Z4) y plantación madura (02ZM: 02Z2 y 02Z3) de queñual en Quillcayhuanca.

Al momento de realizar la prueba de normalidad Shapiro Wilk mediante el programa Past4.08, las hipótesis tomadas en cuenta fueron:

H_0 = La muestra proviene de una población que presenta distribución normal.

H_1 = La muestra no proviene una población que presenta distribución normal.

Tabla 16: Resultados de la prueba de normalidad Shapiro Wilk ($p = 0,05$) para los índices y parámetros de vegetación en cada tipo de cobertura vegetal

p-valor: Shapiro Wilk	Tipo de cobertura vegetal*							
	01P	01C	01ZI	01ZM	02P	02E	02ZI	02ZM
Riqueza (S)	0,05	0,43	0,48	0,05	0,15	0,36	0,84	0,03 ^S
Shannon Wiener (H')	0,41	0,47	0,53	0,25	0,21	0,46	0,27	0,84
Simpson (1-D')	0,001 ^S	0,001 ^S	0,25	0,03 ^S	0,14	0,001 ^S	0,88	0,74
Área Basal (m ² /ha)	-	0,001 ^S	0,74	0,001 ^S	-	0,01 ^S	0,69	0,03 ^S
Densidad arbórea (número de árboles/ha)	-	0,001 ^S	0,01 ^S	0,001 ^S	-	0,04 ^S	0,55	0,02 ^S
P.racemosa (%)	-	-	-	-	-	-	0,001	-
P.weberbaueri (%)	-	-	-	-	-	0,001 ^S	-	0,001 ^S
P.incana (%)	-	-	0,001 ^S	-	-	-	-	-
P.sericea (%)	-	0,001 ^S	-	0,001 ^S	-	-	-	-
E.globulus (%)	-	-	-	-	-	0,001 ^S	-	-
K_{fs} (cm/h)	0,001 ^S	0,001 ^S	0,02 ^S	0,001 ^S	0,001 ^S	0,001 ^S	0,001 ^S	0,001 ^S

Nota: S: $p < 0,05$, no cumple con la distribución normal. *: 01P: pastizal de Llanganuco; 01C: bosque nativo de queñual de Llanganuco; 01ZI: plantación intermedia de queñual de Llanganuco; 01ZM: plantación madura de queñual de Llanganuco; 02P: pastizal de Quillcayhuanca; 02E: Plantación mixta de Quillcayhuanca; 02ZI: plantación intermedia de queñual de Quillcayhuanca; 02ZM: plantación madura de queñual de Quillcayhuanca.

De forma similar al caso de las propiedades del suelo, en la Tabla 16 se muestra que la mayoría de los parámetros en los tipos de cobertura vegetal presentan un $p < 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la alternativa (H_1), evidenciando distribuciones no normales en varios grupos de datos. De igual manera, es por esta razón que también se escogieron pruebas no paramétricas (Kruskal Wallis y Games Howell) en la evaluación de las diferencias de las medianas. Luego, con el programa SPSS Statistics 21 (IBM Corporation, 2021), se comprobó la diferencia entre los tipos de cobertura vegetal (tanto para las propiedades del suelo, características de cobertura vegetal y K_{fs}). Se realizó la prueba Kruskal Wallis en el programa SPSS Statistics 21, en donde:

H_0 = No existe diferencia significativa entre los tipos de cobertura vegetal.

H_1 = Existe diferencia significativa entre los tipos de cobertura vegetal.

Los resultados de esta prueba identificaron diferencias significativas entre los tipos de cobertura vegetal ($p < 0,05$) (ver Anexo 8), rechazando la hipótesis nula para cada caso correspondiente. De manera similar, para los parámetros de vegetación evaluados en los ocho tipos de cobertura vegetal, se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) (ver Anexo 8). Luego, para reconocer las diferencias para cada propiedad entre los tipos de cobertura vegetal, se llevó a cabo el análisis post hoc con el estadístico Games Howell (ver Anexo 8), que compara las combinaciones de grupos por pares.

Asimismo, se utilizó el análisis de correspondencia canónica (CCA) para evaluar la correlación entre las fracciones (porcentajes de arena, limo, arcilla y M.O) de las muestras de suelo de cada tipo de cobertura vegetal y los factores ambientales (conductividad hidráulica saturada en campo, densidad aparente y horizonte orgánico). El CCA es un método de ordenación que generalmente se utiliza para evaluar las relaciones entre la distribución de especies y los factores ambientales, mediante valores de abundancia relativa (Pillsbury & Miller, 2008; Ter Braak, 1986); además, el diagrama obtenido muestra de forma óptima la variación de la composición de una comunidad biótica con relación a las variables ambientales (Zuo *et al.*, 2009). Para el presente estudio, las fracciones de suelo fueron las “especies” que se distribuyeron en las muestras de los diferentes tipos de cobertura vegetal y se asociaron con los factores ambientales, como fue realizado por Gui *et al* (2010). Finalmente, se evaluó la correlación entre K_{fs} y los índices de biodiversidad mediante la prueba no paramétrica de Spearman (ρ); de igual forma, las mediciones en los ecosistemas forestales (área basal, densidad arbórea y cobertura del dosel), y su correlación con K_{fs} se evaluó mediante la última prueba mencionada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Condiciones del suelo

Debido a que varias de las propiedades del suelo en cada tipo de cobertura vegetal no cumplen con la distribución normal (ver Tabla 15), se realizó la descripción de ellas a través de la mediana (Me) como valor central, junto a los percentiles 25 (P_{25}) y 75 (P_{75}) como valores extremos (ver Tabla 17).

Tabla 17: Mediana (Me), percentil 25 (P₂₅) y percentil 75 (P₇₅) de las propiedades del suelo por tipo de cobertura vegetal

Propiedad física	Tipo de cobertura vegetal*					
	01P	01C	01Z	02P	02E	02Z
ρ_a (g/cm ³) (0-10 cm)	0,91 ^a (0,78 -1,05)	0,88 ^{ab} (0,75 -1,11)	0,93 ^a (0,78 - 1)	0,86 ^{ac} (0,67 - 0,92)	0,79 ^{bc} (0,70 -0,84)	0,68 ^c (0,59 -0,77)
Horizonte O (cm)	2,55 ^c (2,13 -2,98)	3,80 ^b (3,03 -4,83)	2,30 ^c (1,80 -2,88)	1,65 ^d (1,13 - 2,18)	6,10 ^a (4,05 -6,75)	3,50 ^{ab} (2,25 -6,08)
M.O (%) (0-10 cm)	10,70 ^b (6,71 -14,44)	8,17 ^{ab} (6,46 -15,71)	12,26 ^{ab} (6,67 - 17,01)	11,91 ^{ab} (11,09 - 20,17)	12,95 ^{ab} (11,26 -15,6)	14,15 ^a (11,78 -17,07)
Arena (%) (0-10 cm)	56 ^c (47,50 – 63)	77 ^a (74 - 79)	75 ^a (70 - 79,50)	64 ^{bc} (47 - 69,50)	62 ^{bc} (54,5 -69,5)	63 ^b (58 - 71,50)
Limo (%) (0-10 cm)	37 ^a (30 – 46)	20 ^c (16 - 23)	22 ^c (19 - 25)	29 ^{ab} (25,5 - 38,5)	31 ^b (25 - 35)	29 ^b (21,5 - 34,5)
Arcilla (%) (0-10 cm)	7 ^a (5 - 7)	3 ^b (3 - 5)	3 ^b (3 - 5)	7 ^a (5 - 14,5)	7 ^a (5 - 11)	7 ^a (5 - 9)

Nota: *: 01P: pastizal de Llanganuco; 01C: bosque nativo de queñual de Llanganuco; 01Z: plantación de queñual de Llanganuco; 02P: pastizal de Quillcayhuanca; 02E: Plantación mixta de Quillcayhuanca; 02Z: plantación de queñual de Quillcayhuanca. Las letras minúsculas diferentes en el superíndice indican diferencia significativa según la prueba Games Howell ($p < 0,05$), y las combinaciones de letras minúsculas representan grupos intermedios entre dos rangos.

Los resultados de ρ_a hallados en los tres tipos de cobertura vegetal de Quillcayhuanca (ver Tabla 17) son valores de densidad baja, típicos de ecosistemas andinos ($0,2 - 0,8 \text{ g/cm}^3$) (W. Buytaert *et al.*, 2004); dicho hallazgo podría explicarse por la menor presencia de ganado dentro de esta subcuenca (6 de 12 parcelas) en comparación con Llanganuco, donde la mayoría de parcelas (8 de 12) eran afectadas por el pisoteo animal y de las personas, compactando los suelos (Denoia *et al.*, 2000); esto es más evidente en los pastizales, 01P (Me = $0,91 \text{ g/cm}^3$), y en las plantaciones de queñual, 01Z (Me = $0,93 \text{ g/cm}^3$), en Llanganuco, razón por la cual tienen los valores más altos de ρ_a , e indican una diferencia significativa con los grupos de cobertura en Quillcayhuanca (ver Tabla 17).

Las densidades aparentes más altas se reportan en Llanganuco, pero el bosque nativo de Llanganuco, 01C (Me = $0,88 \text{ g/cm}^3$), no muestra diferencia significativa con la plantación mixta de Quillcayhuanca, 02E (Me = $0,79 \text{ g/cm}^3$); también se evidencia que el pastizal de Quillcayhuanca, 02P (Me = $0,86 \text{ g/cm}^3$), no tiene diferencia significativa con los tipos de cobertura vegetal de Llanganuco (01P, 01C y 01Z). Asimismo, la Figura 25 muestra la distribución de los valores, mediante los diagramas de cajas, para cada propiedad del suelo en los seis tipos de cobertura vegetal. En el caso de los valores de la densidad aparente (25A), se observa una distribución reducida para los tipos de cobertura vegetal evaluados, evidenciando que la data fue suficiente para su descripción en el presente estudio.

En los resultados del horizonte orgánico (O) se observa que la plantación mixta en Quillcayhuanca, 02E, tuvo el valor más alto (Me = $6,10 \text{ cm}$), evidenciando una diferencia significativa con el resto de los tipos de cobertura vegetal (ver Tabla 17). El valor alto de O es causado por la típica acumulación de abundante hojarasca de árboles de *Eucalyptus globulus* sumado a la hojarasca proveniente de *Polylepis weberbaueri*; esta capa es la principal fuente de materia orgánica al suelo, adicionalmente cumple el rol protector frente al impacto de las gotas de lluvia y mejora las propiedades hidráulicas del suelo (Seiwa *et al.*, 2021). Además, la Tabla 17 señala que para los horizontes orgánicos del pastizal de Llanganuco, 01P (Me = $2,55 \text{ cm}$), y de la plantación de Llanganuco, 01Z (Me = $2,30 \text{ cm}$), no se evidencia diferencia significativa alguna, mientras que el pastizal de Quillcayhuanca, 02P (Me = $1,65 \text{ cm}$), presenta el valor más bajo, siendo significativamente diferente al resto de tipos de cobertura vegetal de ambas subcuencas.

Los valores altos de M.O (%) en los seis tipos de cobertura vegetal (ver Tabla 17) son típicos de ecosistemas ubicados a gran altitud (4 – 15 %), incluidos los bosques montanos (Körner, 2003); esto se da por la interacción de los suelos con el clima frío-húmedo y la baja presión atmosférica, permitiendo la acumulación de M.O (%) y una coloración oscura, como señalan Buytaert *et al* (2004). De acuerdo con la Tabla 17, no se evidencian diferencias significativas entre los tipos de cobertura vegetal, excepto entre el pastizal de Llanganuco, 01P (Me = 10,70 %), y la plantación de queñual en Quillcayhuanca, 02Z (Me = 14,15 %), siendo este último, el tipo de cobertura vegetal con el valor más alto de M.O.

Los porcentajes de arena son predominantes (> 50 %) en la composición del suelo de todos los tipos de cobertura vegetal evaluados. En la Tabla 17 se observa que no existe diferencia significativa con respecto al porcentaje de arena entre los tres tipos de cobertura vegetal de Quillcayhuanca (02P, 02E y 02Z). Por otro lado, el bosque nativo (01C, Me = 77 %) y la plantación de queñual de Llanganuco (01Z, Me = 75 %) presentaron los valores más altos, diferenciándose significativamente de los otros tipos de cobertura vegetal; asimismo, se evidencia una diferencia entre el pastizal de Llanganuco, 01P (Me = 56 %) y la plantación de queñual de Quillcayhuanca, 02Z (Me = 63 %).

En cuanto a los porcentajes de limo, el pastizal de Llanganuco, 01P (Me = 37 %), presenta el mayor valor, evidenciando una diferencia significativa con lo hallado en los otros tipos de cobertura vegetal, excepto con el pastizal de Quillcayhuanca, 02P (Me = 29 %). Mientras que en la subcuenca Quillcayhuanca no se evidencia diferencia entre los tres tipos de cobertura vegetal (02P, 02E y 02Z), estos a su vez son significativamente mayores que las coberturas forestales de Llanganuco, 01C (Me = 20 %) y 01Z (Me = 22 %).

Los valores del porcentaje de arcilla encontrados en todos los tipos de cobertura vegetal son bajos. La tabla 17 muestra que no existen diferencias significativas entre los tres tipos de cobertura vegetal de Quillcayhuanca y el pastizal de Llanganuco, 01P (Me = 7 %); a su vez, los ecosistemas forestales de Llanganuco (01C y 01Z) tampoco presentan diferencias entre sí, presentando los valores más bajos (Me = 3 %).

En el presente estudio, la textura predominante para ambas subcuencas es la Franco Arenosa (Fr.A.) (ver Tabla 18), haciéndose presente en 110 muestras de 192, seguido de la textura Arena Franca (A.Fr.) reportada en 49 de las 192 muestras.

Tabla 18: Número de muestras por tipo de textura en los tipos de cobertura vegetal

Textura	Tipo de cobertura vegetal*						Total
	01P	01C	01Z	02P	02E	02Z	
Arena (A.)	-	1	1	-	-	-	2
Arena Franca (A.Fr.)	-	23	18	4	-	4	49
Franco (Fr.)	6	-	-	7	5	2	20
Franco Arenoso (Fr.A.)	23	8	13	13	27	26	110
Franco Limoso (Fr.L.)	3	-	-	-	-	-	3
Materia Orgánica (M.O.)	-	-	-	8	-	-	8

Nota: *: 01P: pastizal de Llanganuco; 01C: bosque nativo de queñual de Llanganuco; 01Z: plantación de queñual de Llanganuco; 02P: pastizal de Quillcayhuanca; 02E: Plantación mixta de Quillcayhuanca; 02Z: plantación de queñual de Quillcayhuanca.

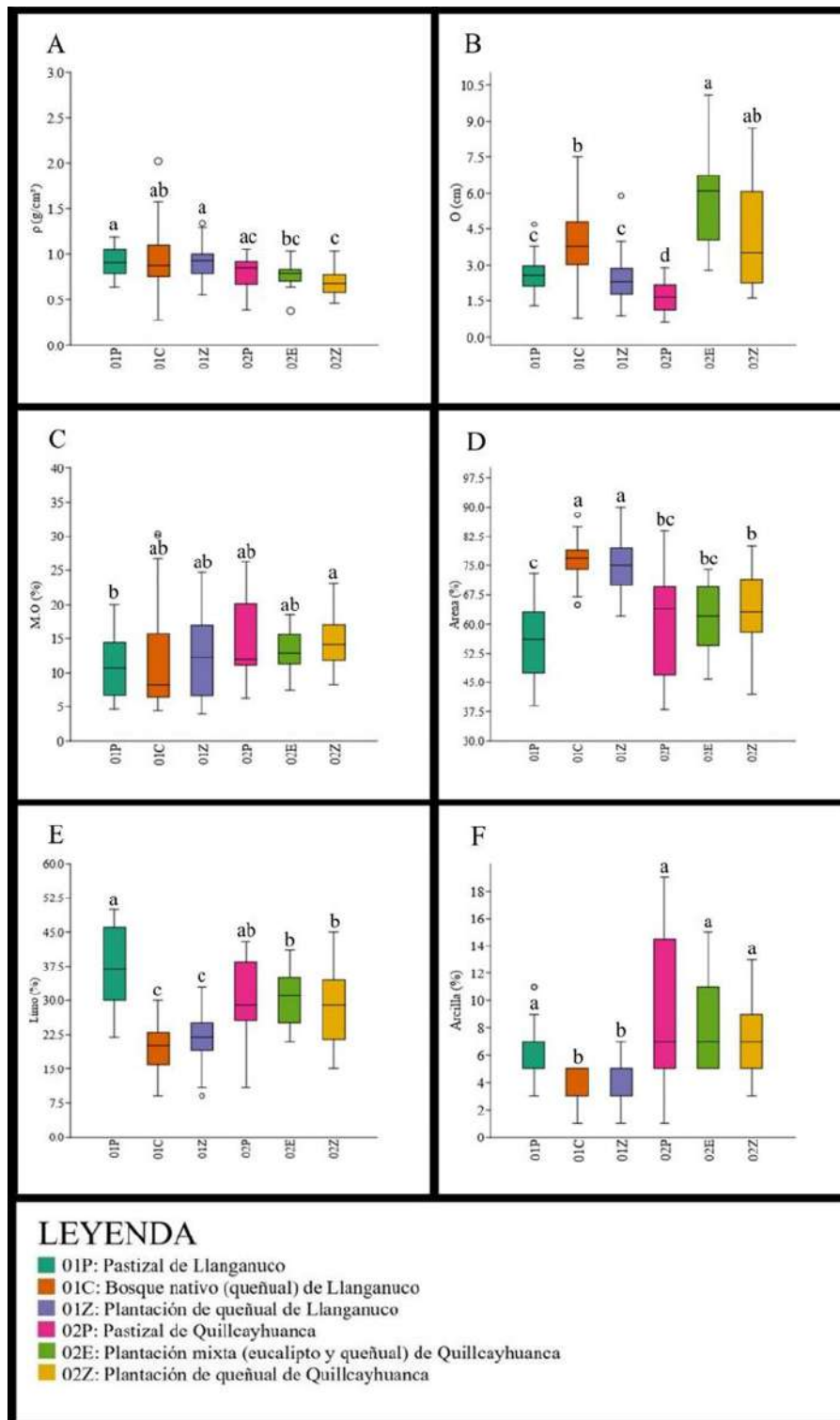


FIGURA 1:

Figura 25: Diagramas de caja de los valores de Densidad aparente (A), Horizonte orgánico (B), Materia orgánica (C), Arena (D), Limo (E) y Arcilla (F) entre los seis tipos de cobertura vegetal

4.2. Caracterización de la vegetación

En esta sección, la mayoría de los parámetros no cumplían con una distribución normal de datos (ver Tabla 16), por lo que la presentación de los estadísticos descriptivos se llevó a cabo utilizando a la mediana (Me) como valor central, junto a los percentiles 25 (P_{25}) y 75 (P_{75}) como valores extremos (ver Tabla 19).

Tabla 19: Mediana (Me), percentil 25 (P₂₅) y percentil 75 (P₇₅) de los parámetros de vegetación por tipo de cobertura vegetal

Parámetro	Tipo de cobertura vegetal							
	01P	01C	01ZI	01ZM	02P	02E	02ZI	02ZM
Riqueza (S)	11 ^{cd} (8,25 - 12)	17 ^b (15 - 18,75)	21 ^a (19,25 - 22)	15 ^{bc} (13 - 17,75)	8 ^e (7 - 9,75)	15,50 ^{bc} (13 - 17,75)	11,50 ^{cd} (10 - 14,75)	14 ^c (8 - 16)
Shannon Wiener (H')	1,5 ^b (1,35 - 1,69)	2,1 ^a (1,91 - 2,31)	2,3 ^a (2,19 - 2,36)	2,1 ^a (1,91 - 2,22)	1,0 ^c (0,64 - 1,34)	2,1 ^a (1,90 - 2,26)	1,4 ^b (1,17 - 1,71)	1,5 ^b (1,31 - 1,79)
Simpson (1-D')	0,72 ^b (0,66 - 0,77)	0,84 ^a (0,81 - 0,86)	0,87 ^a (0,84 - 0,88)	0,84 ^a (0,82 - 0,87)	0,49 ^c (0,32 - 0,66)	0,85 ^a (0,79 - 0,87)	0,69 ^b (0,64 - 0,78)	0,70 ^b (0,67 - 0,79)
Área Basal (m ² /ha)	-	21,72 ^a (0,00 - 76,78)	61,23 ^a (39,57 - 71,91)	19,59 ^a (0,00 - 58,74)	-	64,44 ^a (12,35 - 95,4)	67,13 ^a (51,15 - 78,98)	35,98 ^a (4,53 - 71,41)
Densidad arbórea (# árboles/ha)	-	798,08 ^c (0 - 798,08)	2394,25 ^b (1596,17 - 2394,25)	798,08 ^c (0 - 2194,73)	-	1596,17 ^{bc} (798,08 - 2394,25)	6783,72 ^a (5187,55 - 8778,93)	798,08 ^c (199,52 - 1596,17)
<i>P.racemosa</i> (%)	-	-	-	-	-	-	62,50 (62,50 - 62,50)	-
<i>P.weberbaueri</i> (%)	-	-	-	-	-	87,50 (37,50 - 87,50)	-	87,50 (87,50 - 87,50)
<i>P.incana</i> (%)	-	-	62,50 (62,50 - 87,50)	-	-	-	-	-
<i>P.sericea</i> (%)	-	87,50 (87,50 - 87,50)	-	87,50 (87,50 - 87,50)	-	-	-	-
<i>E.globulus</i> (%)	-	-	-	-	-	62,50 (37,50 - 87,50)	-	-

Nota: *: 01P: pastizal de Llanganuco; 01C: bosque nativo de queñual de Llanganuco; 01ZI: plantación intermedia de queñual de Llanganuco; 01ZM: plantación madura de queñual de Llanganuco; 02P: pastizal de Quillcayhuanca; 02E: Plantación mixta de Quillcayhuanca; 02ZI: plantación intermedia de queñual de Quillcayhuanca; 02ZM: plantación madura de queñual de Quillcayhuanca. Las letras minúsculas diferentes en el superíndice indican diferencia significativa según la prueba Games Howell ($p < 0,05$), y las combinaciones de letras minúsculas representan grupos intermedios entre dos rangos.

Con respecto a la riqueza de especies (S), el número total de especies halladas en esta investigación fue de 119 (ver Anexo 9), incluyendo a la regeneración natural de porte bajo de las especies arbóreas, arbustos y a las herbáceas. De acuerdo con la Tabla 19, en los tipos de cobertura vegetal de Llanganuco se registraron más especies en comparación con el número de especies registrados en los tipos de cobertura vegetal de Quillcayhuanca. Se observa también, que la plantación de edad intermedia de queñual en Llanganuco (01ZI) cuenta con el mayor número especies (S) en el sotobosque (Me = 21) y el pastizal de Quillcayhuanca (02P) tiene el menor número de especies identificadas (Me = 8), diferenciándose significativamente para ambos casos, con los demás grupos; mientras que para las plantaciones maduras de queñual (01ZM y 02ZM) y la plantación mixta (02E), no se indica diferencia alguna en riqueza de especies; por otro lado, se muestra que los pastizales en ambos valles, 01P y 02P, presentaron los valores más bajos de la riqueza de especies, con 11 y 8 respectivamente. Asimismo, en la Figura 26 se indica la distribución de los resultados obtenidos sobre los parámetros de biodiversidad y estructura arbórea para cada tipo de cobertura vegetal.

Al observar los valores del índice de Shannon (H') y del índice de diversidad de Simpson ($1 - D$) (Tabla 19) y compararlos con sus valores de interpretación (Tabla 11 y 12, respectivamente), se muestra que los ecosistemas forestales en Llanganuco, es decir el bosque nativo de *P. seríceo* (01C, Me = 2,11), la plantación de edad intermedia de *P. incana* (01ZI, Me = 2,27) y la plantación de edad madura de *P. seríceo* (01ZM, Me = 2,13), junto con la plantación mixta de Quillcayhuanca de *E. globulus* y *P. weberbaueri*, 02E (Me = 2,12), presentan una biodiversidad entre media y alta ($H' = 1,6 - 4,5$; $1 - D' = 0,36 - 1,00$); mientras que las plantaciones de queñual en Quillcayhuanca (02ZI: *P. racemosa* y 02ZM: *P. weberbaueri*) junto con los pastizales de ambas subcuencas, (01P y 02P) presentan una diversidad de flora entre media y baja ($H' = 0,1 - 3,0$; $1 - D' = 0,00 - 0,75$) (también se puede observar en la Figura 26B y 26C). Estos resultados también indican que las plantaciones de queñuales en Llanganuco (plantación de edad intermedia: *P. incana* con 25 años y la plantación de edad madura: *P. seríceo* con 50 años) han alcanzado los valores de una vegetación clímax (bosque nativo de *P. seríceo*), a pesar de la intervención de actividades humanas, como el pastoreo y el turismo. Mientras que en Quillcayhuanca, la única cobertura que alcanza los valores de la vegetación clímax (bosque nativo de *P. seríceo*) fue la plantación mixta de *E. globulus* y *P. weberbaueri* con 36 años.

Asimismo, el área basal (AB) no indica diferencias significativas entre los tipos de cobertura forestal de ambas subcuencas (Tabla 19).

Por otro lado, en cuanto a la densidad arbórea, la plantación de edad intermedia de queñual en Quillcayhuanca, 02ZI (Me = 6783,72 árb/ha), muestra el valor más alto, seguido de la plantación de edad intermedia de Llanganuco, 01ZI (Me = 2394,25 árb/ha), (ver Tabla 19); asimismo, no se observan diferencias significativas entre las plantaciones maduras de queñual de ambos valles (01ZM, Me = 798,08 árb/ha; y 02ZM, Me = 798,08 árb/ha) y el bosque nativo de queñual, 01C (Me = 798,08 árb/ha). Para la plantación mixta, 02E (Me = 1596,17 árb/ha) se muestra un valor intermedio entre la plantación de edad intermedia de Llanganuco, 01ZI (Me = 2394,25 árb/ha) y las coberturas forestales de edad madura de los valles en estudio (01ZM y 02ZM) (ver Figura 26E), esto podría explicarse por las actividades de tala, las cuales se realizan de forma eventual.

En cuanto a la cobertura de dosel, se puede identificar que es alta y con valores muy similares en la mayoría de los grupos (87,5 %), con excepciones en la plantación intermedia de queñual en Llanganuco, 01ZI (Me = 62,5 %) y en la cobertura de *Eucalyptus globulus* (Me = 62,5 %) de la plantación mixta (02E).

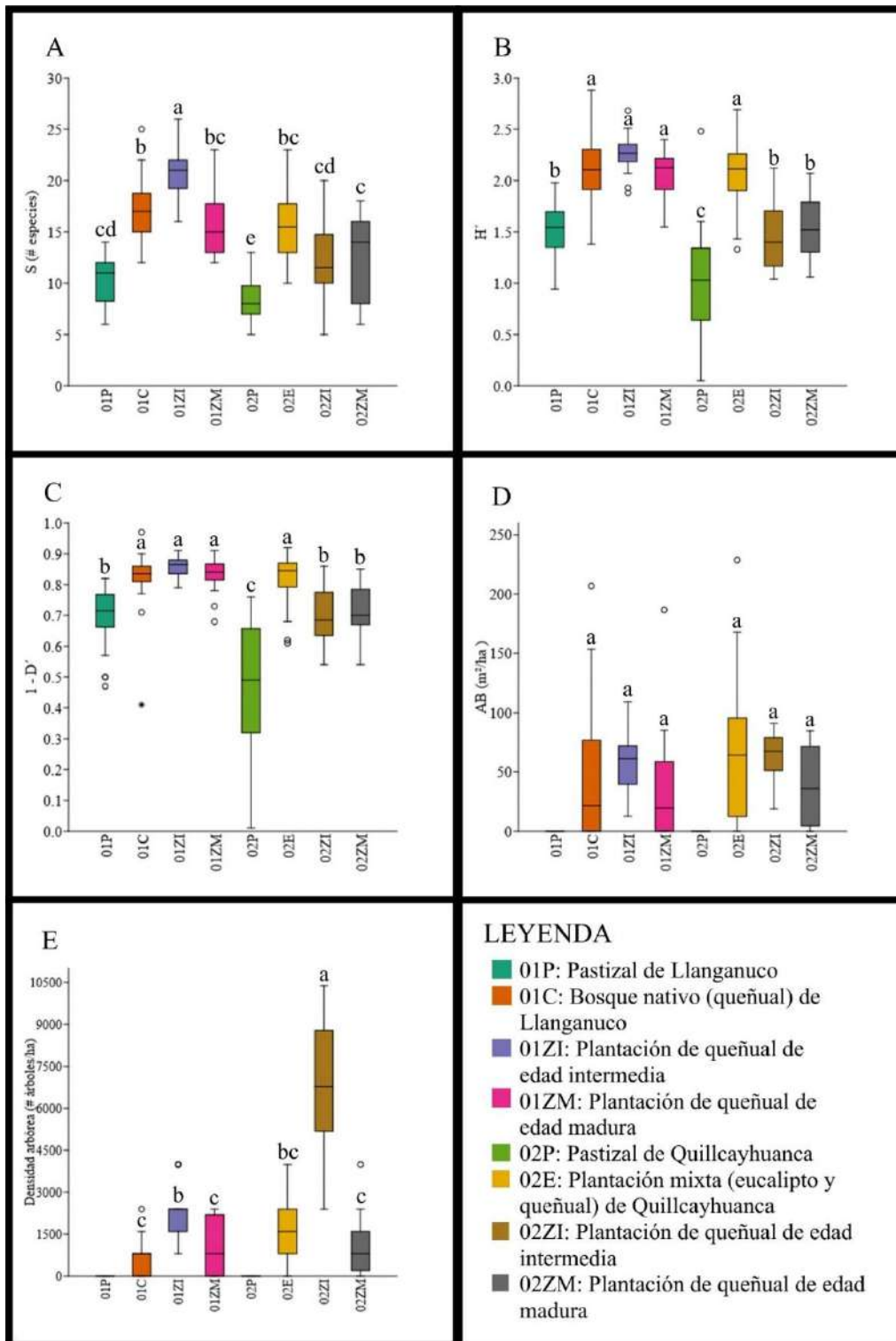


Figura 26: Diagramas de caja de los valores de riqueza (A), Índice de Shannon (B), Índice de Simpson (C), Área basal (D), Densidad arbórea (E) entre los tipos de cobertura vegetal

4.3. Capacidad de infiltración (K_{fs})

Se observó que la K_{fs} no cumplía con la distribución normal en los grupos evaluados (ver Tabla 15); además, al no obtener diferencia significativa para K_{fs} entre los grupos de plantaciones de queñual separados por edades (01ZI y 01ZM en Llanganuco; 02ZI y 02ZM en Quillcayhuanca) de cada valle (ver Anexo 8), estos se asociaron de acuerdo con cada cuenca (01ZI y 01ZM formó 01Z; 02ZI y 02ZM formó 02Z) para obtener seis tipos de cobertura vegetal en total, tal como se realizó en la sección 4.1.

A continuación, en la Tabla 20 se muestran los valores y diferencias entre los seis tipos de cobertura vegetal.

Tabla 20: Mediana (Me), percentil 25 (P₂₅) y percentil 75 (P₇₅) de la capacidad de infiltración (K_{fs}) por tipo de cobertura vegetal

Capacidad de infiltración	Tipo de cobertura vegetal*					
	01P	01C	01Z	02P	02E	02Z
	1,49 ^c	9,76 ^{ab}	5,56 ^{bc}	4,33 ^{bc}	20,28 ^a	6,08 ^{bc}
K_{fs} (cm/h)	(0,64 - 5,29)	(2,67 - 22,06)	(3,23 - 11,63)	(1,19 - 14,91)	(10,59- 35,14)	(2,41 - 16,87)

Nota: *: 01P: pastizal de Llanganuco; 01C: bosque nativo de queñual de Llanganuco; 01Z: plantación de queñual de Llanganuco; 02P: pastizal de Quillcayhuanca; 02E: Plantación mixta de Quillcayhuanca; 02Z: plantación de queñual de Quillcayhuanca. Las letras minúsculas diferentes en el superíndice indican diferencia significativa según la prueba Games Howell ($p < 0,05$), y las combinaciones de letras minúsculas representan grupos intermedios entre dos rangos.

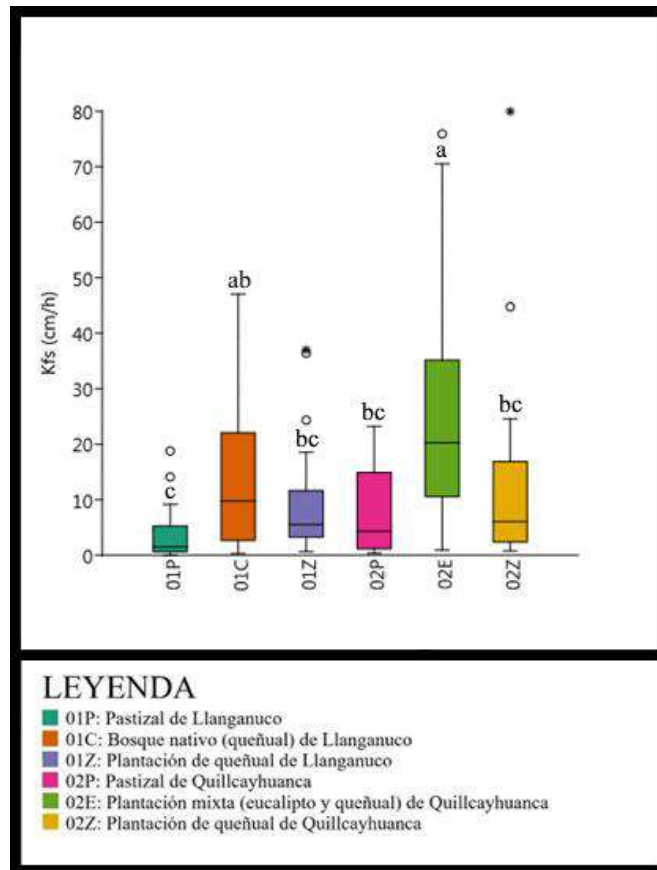


Figura 27: Diagrama de cajas de los valores de K_{fs} de los tipos de cobertura vegetal

De acuerdo con lo indicado por Schoeneberger *et al* (2012), los valores de K_{fs} hallados en los diferentes tipos de cobertura forestal de ambas subcuencas (01C, 01Z, 02E y 02Z) y el pastizal de Quillcayhuanca (02P) (ver Tabla 20) serían clasificados como valores de conductividad hidráulica alta ($3,60 < K_{fs} < 36$ cm/h), mientras que el pastizal de Llanganuco (01P) se encuentra dentro del grupo de K_{fs} medianamente alto ($0,360 < K_{fs} < 3,60$ cm/h). Asimismo, según lo hallado por Marín *et al* (2018) para los ecosistemas andinos, el valor de K_{fs} del bosque nativo, 01C (Me = 9,76 cm/h), se encuentra en el rango de valores para bosques nativos con pastoreo (3,92 - 16,58 cm/h); de igual manera, el pastizal de Llanganuco, 01P (Me = 1,49 cm/h), se encuentra en el rango para K_{fs} de pastizales con pastoreo (0,81 - 2,91 cm/h), indicado por el mismo autor.

Adicionalmente, se observa que la K_{fs} de la plantación mixta, 02E (Me = 20,28 cm/h) es significativamente superior a todos los tipos de cobertura vegetal, excepto con la K_{fs} del

bosque nativo (01C) (ver Tabla 20 y Figura 27); la Tabla 20 también señala que no existe diferencia significativa entre los valores de K_{fs} de las plantaciones de queñual en ambas subcuencas (01Z, Me = 5,56 cm/h; 02Z, Me = 6,08 cm/h) y el pastizal en Quillcayhuanca, 02P (Me = 4,33 cm/h); y en cuanto al pastizal de Llanganuco, este tiene la mediana más baja (Me = 1,49 cm/h) de K_{fs} .

Por otra parte, la evaluación de las correlaciones se llevó a cabo mediante el análisis de correspondencia canónica (CCA) en el programa Past4 (Oyvind, 2022). Para ello, se tomó en cuenta a la conductividad hidráulica (K_{fs}), la densidad aparente (ρ_a) y el horizonte orgánico (O) como variables ambientales, y a las fracciones que componen el suelo (arena, limo, arcilla y materia orgánica) que interactúan con el ambiente. Cabe resaltar que se retiraron ocho muestras de los pastizales de Quillcayhuanca (02P), ya que eran netamente M.O, sin contenido mineral.

La Tabla 21 muestra la conexión entre las fracciones del suelo de los puntos de muestreo y las variables ambientales. Los primeros dos ejes explicaron el 100 % de la varianza (eje 1: 72,04 % y eje 2: 27,96 %). La prueba de permutaciones de Monte Carlo demostró que las variables ambientales están significativamente correlacionadas con los dos ejes ($p < 0,05$), pudiendo inferir que dichas variables se correlacionaron principalmente con el eje 1, donde el valor absoluto del coeficiente de correlación de la densidad aparente es el más alto tanto para el eje 1 y como el eje 2, mientras que el valor absoluto del coeficiente de correlación de K_{fs} indica una asociación moderada con el eje 2.

Tabla 21: Correlaciones internas de las variables ambientales, valor propio, significancia fracción de suelo-ambiente para los tres ejes del CCA y el porcentaje acumulado de varianza

	Ejes		
	1	2	3
Conductividad hidráulica saturada en campo (K_{fs})	0,011	-0,133	-0,005
Densidad aparente (ρ_a)	-0,564	-0,048	-0,025
Horizonte orgánico (O)	0,114	-0,020	-0,008
Valor propio	0,002	0,001	0,001
p valor de correlación fracción de suelo-ambiente	0,034*	0,002*	0,771
Porcentaje de varianza acumulada	75,00	99,99	100,00

Nota: *: Correlación significativa ($p < 0,05$).

En la Figura 28 se observa el diagrama CCA, en donde las variables ambientales están representadas por las flechas verdes, y cuyos valores más altos son los puntos más alejados del origen. Cada flecha representa un eje sobre el cual se proyectan los puntos de las fracciones del suelo, y sus longitudes indican la variación proporcional al valor propio de cada variable (Ter Braak, 1986). Generalmente, estos puntos proyectados estiman la distribución óptima de las fracciones del suelo para cada variable ambiental. Esta figura muestra que el porcentaje de arena se relaciona con los valores más altos de K_{fs} , junto a valores bajos de ρ_a y un mayor espesor de O; por otro lado, el porcentaje de arcilla se asocia con suelos que tienen capas orgánicas más gruesas, y los suelos con abundante materia orgánica tienen valores bajos de densidad aparente.

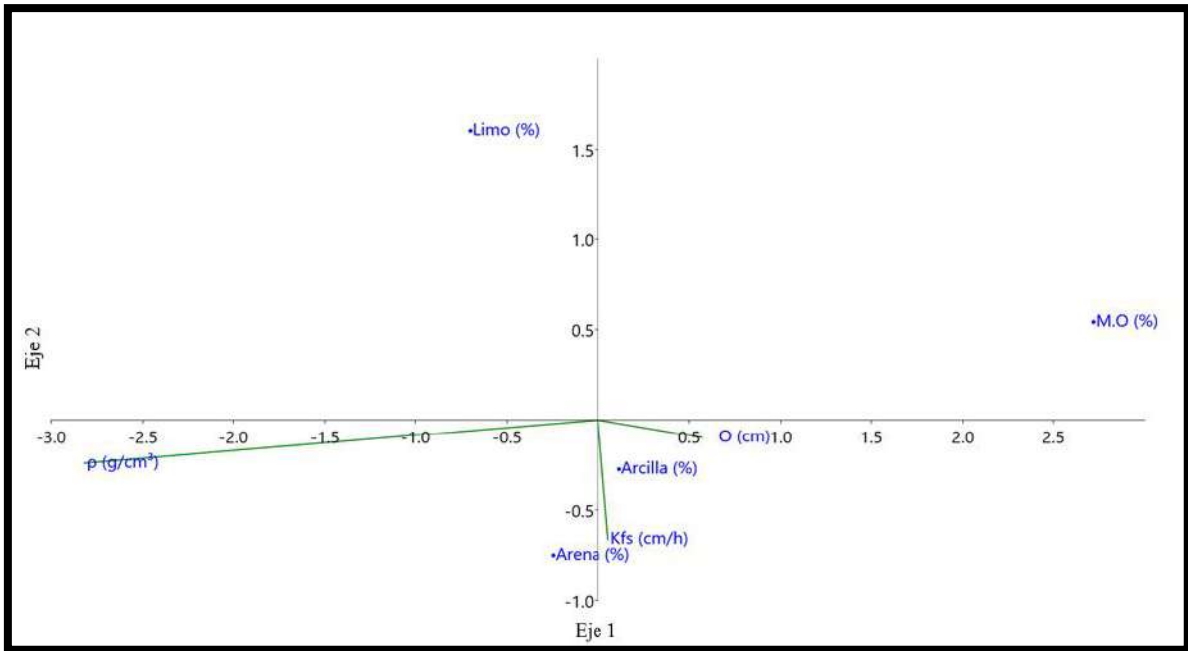


Figura 28: Diagrama de ordenación CCA de los dos primeros ejes que muestra la distribución de las fracciones de suelo y las variables ambientales.

La Figura 29 muestra los “triplots” de ordenación CCA de 184 puntos de muestreo (6 tipos de cobertura vegetal: 01P, 01C, 01Z, 02P, 02E y 02Z) para los ejes 1 y 2. Se observa que el bosque nativo (01C: elipse naranja) y la plantación de queñual en Llanganuco (01Z: elipse morada) se relacionan con los valores más altos de K_{fs} y O, además ambos grupos siguen una dirección similar al de la densidad aparente. Los tres tipos de cobertura vegetal de Quillcayhuanca (02P: elipse fuxia, 02E: elipse verde claro y 02Z: elipse dorada) presentan suelos con bajos valores de densidad aparente, altos en M.O y con distribuciones más homogéneas, destacando la plantación mixta (02E) y su correlación positiva con O y K_{fs} ; junto a estos tipos de cobertura vegetal, el pastizal de Llanganuco (01P: elipse esmeralda) se solapa en la misma dirección, indicando que entre ellos no hay diferencias muy marcadas en cuanto a las correlaciones de las fracciones de suelo y las gradientes ambientales.

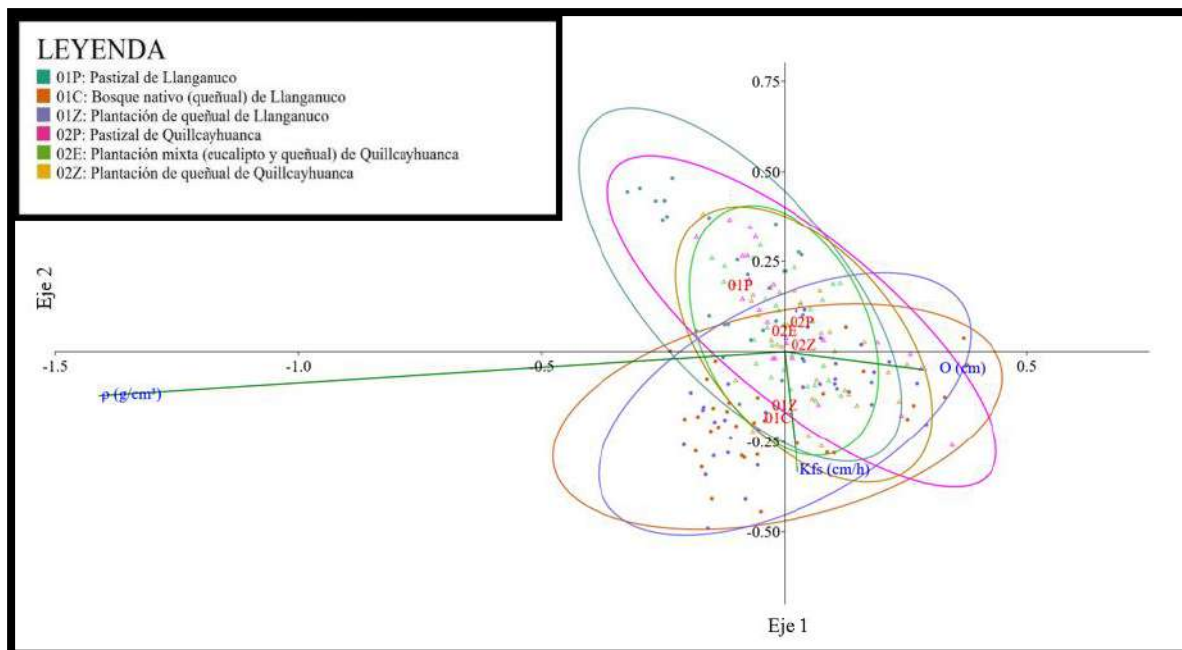


Figura 29: Diagrama de ordenación bidimensional CCA de los dos primeros ejes, que muestra la distribución de 184 puntos de muestreo (6 tipos de cobertura vegetal) y variables ambientales.

El valor más alto de K_{fs} , encontrado en la plantación mixta (02E) (ver Tabla 20) no presenta alguna diferencia significativa con el bosque nativo (01C), pero sí con los demás grupos (ver Tabla 20); por lo que, de acuerdo con el análisis CCA (Figuras 27 y 28), los altos valores de K_{fs} se asocian con los valores bajos de ρ_a y la abundante presencia de arena en los suelos, la cual define la textura de los suelos evaluados (Osman, 2013) en los tipos de cobertura vegetal, siendo la Arena Franca (A.Fr.) la textura predominante en los ecosistemas forestales de Llanganuco (01C y 01Z) y el Franco Arenoso (Fr.A.) el tipo predominante en los ecosistemas forestales de Quillcayhuanca (02E y 02Z) (ver Tabla 18); de esta manera, se cumple con lo indicado por diferentes investigadores (Angulo-Jaramillo *et al.*, 2016; Dane & Clarke Topp, 2002; Philip J. Schoeneberger & Wysocki, 2005), quienes mencionan que la K_{fs} es regulada por la textura (cuanto más gruesa o arenosa, se obtiene un valor mayor de K_{fs}) y la estructura del suelo (buena estructura implica un valor bajo de ρ_a). Esta última característica puede explicar el valor de K_{fs} en la plantación mixta (02E), donde se infiere que gracias a la nula presencia de ganado, la alta cantidad de M.O y la capa de O más gruesa de todas las coberturas, que actúa como protectora del suelo, se obtiene un bajo valor de ρ_a ($Me = 0,79 g/cm^3$), evidenciando una buena estructura y una baja compactación del suelo (Ruehlmann & Körschens, 2009); así como por la acción de la M.O como material de unión con la fracción

mineral, que favorece a la agregación y formación de poros, mejorando la capacidad de infiltración (Agnese *et al.*, 2011; Bens *et al.*, 2006; Trimble & Ward, 2003); esto también se observa en el análisis CCA (ver Figura 28), donde los altos valores de ρ_a se asocian de forma negativa con la materia orgánica y con el horizonte orgánico, como indicaron Bagarello *et al* (2012). Por ello, en general, para los suelos arenosos presentes en los ecosistemas forestales del PNH, la interacción con la M.O proveniente del O, cumple una importante función para la infiltración y retención del agua (Agnese *et al.*, 2011; Bens *et al.*, 2006); sucediendo lo contrario con los suelos de los pastizales en Llanganuco (01P), en los cuales también predomina la textura Franco Arenosa (Fr.A.), pero a pesar de las cantidades altas de M.O, la fuerte compactación y las cantidades menores de arena dan como resultados los valores más bajos de K_{fs} (ver Tabla 20) en comparación con los valores registrados en los ecosistemas forestales.

Con respecto a la similitud en la K_{fs} de las parcelas de plantaciones de queñual en cada subcuenca (ver Tabla 20 y Anexo 8), esta se explicaría por el factor edad, ya que Bonnesoeur *et al* (2019) indican que las plantaciones de 20 años pueden llegar a tener valores de infiltración similares a los encontrados en bosques nativos. Por ende, tomando en cuenta que las plantaciones de edad intermedia en Llanganuco (01Z1 y 01Z2) tienen aproximadamente 25 años, y en Quillcayhuanca tienen 18 años (02Z1 y 02Z4), era esperado que no se den diferencias significativas entre las parcelas de cada subcuenca.

Tabla 22: Correlación entre K_{fS} , indicadores de biodiversidad y parámetros de estructura forestal

Coeficiente de Spearman (ρ)	Tipo de cobertura vegetal*							
	01P	01C	01ZI	01ZM	02P	02E	02ZI	02ZM
S	-0,05	-0,11	-0,34	0,57 ^S	0,01	-0,06	0,17	-0,49
H'	-0,40 ^S	0,02	-0,18	0,41	-0,10	0,15	-0,05	-0,52 ^S
1-D'	-0,42 ^S	0,21	-0,18	0,15	0,00	0,06	-0,02	-0,44
AB (m ² /ha)	-	0,13	0,36	0,49	-	0,11	-0,43	-0,12
Densidad arbórea (árboles/ha)	-	0,17	0,01	0,41	-	0,14	-0,72 ^S	-0,10
<i>P.racemosa</i> (%)	-	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-0,29	0,00
<i>P.weberbaueri</i> (%)	-	0,00	0,00	0,00	-	0,15	0,00	0,00
<i>P.incana</i> (%)	-	0,00	0,33	0,00	-	0,00	0,00	0,00
<i>P.sericea</i> (%)	-	0,19	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00
<i>E.globulus</i> (%)	-	0,00	0,00	0,00	-	0,41 ^S	0,00	0,00

Nota: *: 01P: pastizal de Llanganuco; 01C: bosque nativo de queñual de Llanganuco; 01ZI: plantación intermedia de queñual de Llanganuco; 01ZM: plantación madura de queñual de Llanganuco; 02P: pastizal de Quillcayhuanca; 02E: Plantación mixta de Quillcayhuanca; 02ZI: plantación intermedia de queñual de Quillcayhuanca ; 02ZM: plantación madura de queñual de Quillcayhuanca. ^S: Significancia ($p < 0,05$) a través de la prueba de Spearman.

Adicionalmente, se evaluó la asociación entre los índices de biodiversidad (S, H' y 1 – D') y los parámetros de estructura forestal (área basal, densidad arbórea y el porcentaje de cobertura del dosel de las especies arbóreas) con la capacidad de infiltración (K_{fS}). Para esto se utilizó la prueba de Spearman (ρ) (no paramétrica), ya que la mayoría de data no cumplía con la distribución normal (ver Tabla 16).

Los resultados muestran que en la mayoría de los tipos de cobertura vegetal no hubo una correlación fuerte entre los índices de biodiversidad y la capacidad de infiltración (ver Tabla 22). Las correlaciones significativas se encontraron en el pastizal de Llanganuco (01P), en donde K_{fS} se asocia de forma negativa con el índice de Shannon (H') y con el índice de diversidad de Simpson (1 – D'), y en la plantación madura de Quillcayhuanca (02ZM), donde K_{fS} también se asocia negativamente con H'. La riqueza de especies (S) muestra una correlación positiva con K_{fS} en la plantación madura de queñual en Llanganuco (01ZM).

En cuanto a la diversidad de especies en el sotobosque, Molina *et al* (2012) mencionan la importancia de la vegetación herbácea y arbustiva del sotobosque al favorecer la infiltración en plantaciones forestales ubicados en los andes ecuatorianos. Además, a pesar de que la mayoría de los ecosistemas forestales expresaron una diversidad media - alta (ver Tabla 22), no se observó correlación alguna con K_{fS} ; en cambio, para el pastizal en Llanganuco (01P), la biodiversidad media – baja que presenta se relacionó de forma moderada y negativa con la capacidad de infiltración; este resultado es contrario a lo señalado por Liu *et al* (2019) sobre el efecto de la biodiversidad en pastizales de clima semiárido, donde la biodiversidad beneficia el almacenamiento de carbono en el suelo, el cual mejora la estructura y estabilidad del suelo, repercutiendo en un aumento de la capacidad de infiltración. Por lo que, los factores que podrían explicar este resultado serían el clima, ya que el lugar del presente estudio no es de clima árido, sumado a la temporalidad de ciertas especies que favorecerían la infiltración (C. Fischer *et al.*, 2014; Leimer *et al.*, 2021), las cuales probablemente no se encontraron en el momento del muestreo en campo. También, la correlación fuerte y positiva entre la riqueza de especies (S) y la capacidad de infiltración en la plantación madura de queñual en Llanganuco (01ZM) es conforme a lo mencionado por Fischer *et al* (2010), quienes enfatizan la importancia y beneficio de una mayor diversidad y riqueza de especies para los servicios ecosistémicos hídricos; pero debido a que solo se observa en uno de los ecosistemas forestales, esto no se puede generalizar para el presente trabajo.

En cuanto a los parámetros de estructura forestal, para la mayoría de los grupos no se identificó una correlación significativa con K_{fS} ; salvo en la plantación mixta (02E), donde la cobertura del dosel de *Eucalyptus globulus* se correlaciona de manera positiva y en la plantación intermedia de queñual en Quillcayhuanca (02ZI), mostrando que la alta densidad arbórea se correlaciona de forma negativa con K_{fS} . Sobre esto, Thompson (2010) menciona que en los sitios húmedos, la biomasa aérea no tiene una correlación significativa con la capacidad de infiltración, y que en general, la K_{fS} no es controlada directamente por la acción fisiológica de la vegetación, por lo que no es considerada como una interacción de “primer orden”; en cambio, dicho autor sugiere que la relación entre la extensión de las raíces y la biomasa aérea podría ser más relevante para el comportamiento de la infiltración, dependiendo también de las especies o sitios evaluados (Martre *et al.*, 2002; Padilla *et al.*, 2009), por lo que la variabilidad de K_{fS} estaría asociada a las características de las raíces y no solo a la cobertura de la superficie (Dunkerley, 2002). Esto podría explicar la significancia de la correlación

positiva entre K_{fs} y la cobertura del *Eucalyptus globulus* (62,5 %) en la plantación mixta con *Polylepis weberbaueri* (02E), donde además se halló el valor más alto de K_{fs} , ya que las raíces de esta especie exótica puede llegar hasta los 7 metros debajo del suelo en su búsqueda de agua (Antonio J. Barotto *et al.*, 2017; Calder *et al.*, 1997), ocasionando que las raíces finas mejoren la estructura del suelo para obtener espacio disponible para el agua, sobretodo en la zona superficial del suelo. A pesar de que el *Eucalyptus globulus* compite con las especies nativas (p.e: *Polylepis weberbaueri*) por el sitio y agua en un mismo lugar (Cuyckens & Renison, 2018), el raleo selectivo de sus individuos podría atenuar los efectos negativos de esta especie sobre las propiedades hidrofísicas del suelo (J. E. Gyenge *et al.*, 2011; Lara *et al.*, 2009; Oyarzún *et al.*, 2005, 2012); sumado a ello, la provisión de abundante hojarasca para el aumento del horizonte orgánico (O = 6,1 cm), su posterior aporte de M.O al suelo, así como la ausencia de ganado, son factores que favorecen a la estructura del suelo y posteriormente a la infiltración del agua. Al respecto, un resultado similar se observa en el estudio de Seiwa *et al* (2021), quienes hallaron que la mezcla de especies frondosas (junto a su sotobosque) y coníferas tuvo un impacto favorable sobre las propiedades hidrofísicas del suelo de tipo andosol, debido a la alta acumulación de la hojarasca de ambas especies arbóreas y al raleo de la cobertura forestal, tal como sucede en la plantación mixta (02E) del presente estudio. Adicionalmente, los resultados observados en la K_{fs} de la plantación mixta, concuerdan con lo indicado por Pizarro *et al* (2022), quienes señalan un aumento de producción del flujo subsuperficial (entre ellas la capacidad de infiltración) durante la estación seca a largo plazo, en las cuencas que se encuentren cubiertas por mayores áreas de bosques mixtos, con dominancia de las especies nativas.

En el caso de la densidad arbórea, solo en la plantación intermedia en Quillcayhuanca (02ZI) se observó una fuerte correlación negativa con K_{fs} (ver Tabla 22). En este grupo, la densidad de individuos fue alta, y además presentaba un dosel que cubría gran parte de la superficie, evidenciando la ausencia de manejo forestal (poda y raleo) en gran parte de su superficie. Por lo que, este resultado reforzaría lo señalado por diferentes autores (Lara *et al.*, 2009; Oyarzún *et al.*, 2005, 2012), quienes hacen énfasis en los beneficios del manejo forestal en las plantaciones para las propiedades hidrofísicas de los suelos, lo que podría lograr un incremento de los caudales.

En general, las propiedades físicas en los suelos de los pastizales y ecosistemas forestales en Quillcayhuanca son más favorables para la infiltración (densidades aparentes bajas, mayores cantidades de materia orgánica y mayores espesores de horizonte orgánico), en comparación con las propiedades halladas en los suelos de los tipos de cobertura vegetal en Llanganuco (densidades aparentes medias, cantidades menores de materia orgánica y horizontes orgánicos más delgados); a pesar de que las cantidades más altas de arena fueron encontradas en Llanganuco, la compactación generada por el pastoreo afectaría a más parcelas en Llanganuco que en Quillcayhuanca, resultando en valores más bajos de infiltración.

V. CONCLUSIONES

1. La plantación mixta es la cobertura vegetal que presenta la mayor capacidad de infiltración (Me = 20,28 cm/h), y se diferencia significativamente con los otros tipos de cobertura vegetal, excepto con el bosque nativo de queñual (Me = 9,76 cm/h).
2. Todos los ecosistemas forestales de las subcuencas de Llanganuco y Quillcayhuanca, junto al pastizal de esta última subcuenca, presentaron valores altos de capacidad de infiltración (3,60 a < 36 cm/h), mientras que los valores registrados en el pastizal de Llanganuco son clasificados como medianamente altos (0,36 a < 3,60 cm/h).
3. En ambas subcuencas, los índices de biodiversidad (H' y 1-D') de los ecosistemas forestales no se asocian significativamente con la capacidad de infiltración. Sólo en la plantación madura de queñual en Llanganuco se halló una asociación positiva entre la riqueza de especies y la capacidad de infiltración. Mientras que en el pastizal de Llanganuco se observó una correlación negativa entre los índices de biodiversidad y la capacidad de infiltración.
4. La biodiversidad en los ecosistemas forestales de Llanganuco y la plantación mixta de Quillcayhuanca se encuentra entre media y alta; mientras que los pastizales de ambas subcuencas y las plantaciones de queñuales de Quillcayhuanca expresan una biodiversidad media – baja, de acuerdo con los índices de Shannon y de Simpson. Particularmente no se evidenció diferencia estadística entre los índices de biodiversidad de la plantación mixta de Quillcayhuanca y los ecosistemas forestales de Llanganuco (bosque nativo de queñual y plantaciones de queñual).
5. La cobertura de *Eucalyptus globulus* (62,5 %) en la plantación mixta con *Polylepis weberbaueri* (87,5 %) se asocia positivamente con la capacidad de infiltración.

6. La densidad arbórea de la plantación de edad intermedia de queñual en Quillcayhuanca fue la más alta, pero se correlacionó negativamente con la capacidad de infiltración, indicando que la falta de manejo forestal (en este caso raleo).

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de la relación planta - suelo - agua en plantaciones mixtas a nivel de cuenca, y considerando la época de lluvias, con el fin de observar las diferencias en la infiltración. Asimismo, considerar una caracterización general de los suelos para posteriores investigaciones en el tema.
- Debido a su practicidad y ventajas para la replicación de ensayos, se recomienda utilizar el método del infiltrómetro simple en la comparación de la infiltración entre diferentes tipos de usos de suelo en la región Ancash. Asimismo, incluir al parámetro sortividad dentro de futuras investigaciones, ya que toma en cuenta el efecto de la infiltración horizontal, para obtener resultados que engloben el efecto de todas las variables.
- Realizar trabajos en donde se adicione a la evapotranspiración y a la escorrentía en los bosques y plantaciones andinas, con el fin de obtener resultados más precisos sobre disponibilidad del agua en un sitio.
- Se recomienda llevar a cabo investigaciones sobre la biodiversidad de especies del sotobosque en la época húmeda, ya que la temporalidad de ciertas especies podría influir en los resultados de la infiltración.
- Llevar a cabo estudios enfocados sobre los rasgos funcionales, particularmente la influencia de las raíces, en los bosques nativos y plantaciones andinas en el proceso de infiltración.
- Considerar la calidad del agua y su correlación con las diferentes coberturas vegetales para estudios sobre disponibilidad y distribución de dicho recurso.

- Continuar con las campañas de concientización a las comunidades locales y turistas sobre la importancia de la conservación de los bosques nativos para la seguridad hídrica en el PNH.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña Ipinza, A. E. (2012). *Bosques Nativos En La Provisión De Los Servicios Ecosistémicos Cantidad Y Calidad De Agua , En Cuencas Forestales*. Universidad Austral de Chile.
- Agee, J. ., Wakimoto, R. ., Darley, E. ., & Biswell, H. . (1973). Eucalyptus: Fuel dynamics, and fire hazard in the Oakland Hills. *California Agriculture*, 68, 3. <https://doi.org/10.3733/ca.v068n03p91>
- Agnese, C., Bagarello, V., Baiamonte, G., & Iovino, M. (2011). Comparing Physical Quality of Forest and Pasture Soils in a Sicilian Watershed. *Soil Science Society of America Journal*, 75(5), 1958–1970. <https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0044>
- Ahlering, M. A., Lenhart, C., Cornett, M., Blann, K., White, M., Dixon, C., Dudash, M. R., Johnson, L., Keeler, B., Palik, B., Pastor, J., Sterner, R. W., Shaw, D., Biske, R., Feeken, N., Manolis, J., & Possingham, H. (2020). A conservation science agenda for a changing Upper Midwest and Great Plains , United States. *Conservation Science and Practice*, May, 1–10. <https://doi.org/10.1111/csp2.236>
- Alegre, J. C., & Cassel, D. K. (1996). Dynamics of soil physical properties under alternative systems to slash- and-burn. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 58(1), 39–48. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(95\)00654-0](https://doi.org/10.1016/0167-8809(95)00654-0)
- Alegría Olivera, J. J., & Zarria Samanamud, M. R. (2016). *Plants of the Cordillera Blanca* (pp. 1–6).
- Allan, J. D. (2004). Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(2002),

- 257–284. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122> Alvarez, E. (2016). Informe del estado actual del componente biótico al proyecto de Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Puerto de Aguas Profundas de Posorja. In *Cardno*.
- Andréassian, V. (2004). Waters and forests: From historical controversy to scientific debate. *Journal of Hydrology*, 291(1–2), 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.12.015>
- Angulo-Jaramillo, R., Bagarello, V., & Laurent Lassabatere, assimo L. (2016). *Infiltration Measurements for Soil Hydraulic Characterization*. Springer.
- Apaza Ticona, A., Arana Olivos, A., Baluarte, J., Clostre, G., De La Cruz Paiva, R., O'Brien, E., Salazar, J. A., Sánchez, C., Sánchez, G., & Velarde, D. (2019). *Informe del inventario nacional forestal y de fauna silvestre del Perú* (Vol. 1).
- Artieda, O. (2008). Papel del suelo en el ciclo hidrológico. *Revista de La Cátedra Unesco Sobre Desarrollo Sostenible de La UPV/EHU*, 1(2), 19–31. http://www.ehu.es/cdsea/web/revista/numero_2/forum_sost_2_19-31.pdf
- Bagarello, V., D'Asaro, F., & Iovino, M. (2012). A field assessment of the Simplified Falling Head technique to measure the saturated soil hydraulic conductivity. *Geoderma*, 187–188, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.04.008>
- Bagarello, V., Iovino, M., & Elrick, D. (2004). A Simplified Falling-Head Technique for Rapid Determination of Field-Saturated Hydraulic Conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 68(1), 66–73. <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.6600>
- Bagarello, V., & Sgroi, A. (2007). Using the simplified falling head technique to detect temporal changes in field-saturated hydraulic conductivity at the surface of a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research*, 94(2), 283–294. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.08.001>

- Baraer, M., Mark, B. G., Mckenzie, J. M., Condom, T., Bury, J., Huh, K. I., Portocarrero, C., Gómez, J., & Rathay, S. (2012). Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology*, 58(207), 134–150. <https://doi.org/10.3189/2012JoG11J186>
- Baraer, M., McKenzie, J. M., Mark, B. G., Bury, J., & Knox, S. (2009). Characterizing contributions of glacier melt and groundwater during the dry season in a poorly gauged catchment of the Cordillera Blanca (Peru). *Advances in Geosciences*, 22(October), 41–49. <https://doi.org/10.5194/adgeo-22-41-2009>
- Barotto, Antonio J., Monteoliva, S., Gyenge, J., Martínez-Meier, A., Moreno, K., Tesón, N., & Fernández, M. E. (2017). Wood density and anatomy of three eucalyptus species: Implications for hydraulic conductivity. *Forest Systems*, 26(1), 11. <https://doi.org/10.5424/fs/2017261-10446>
- Barotto, Antonio José, Fernandez, M. E., Gyenge, J., Meyra, A., Martinez-Meier, A., & Monteoliva, S. (2016). First insights into the functional role of vasicentric tracheids and parenchyma in eucalyptus species with solitary vessels: Do they contribute to xylem efficiency or safety? *Tree Physiology*, 36(12), 1485–1497. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpw072>
- Barrio, J. (2017). Guía ilustrada de la Flora de Antamina y alrededores. In J. Barrio (Ed.), *Antamina* (1st ed., Issue September). ANTAMINA & CORBIDI.
- Bazán, R. (2017). *Manual De Procedimientos De Los Análisis De Suelos Y Agua Con Fines De Riego* (Instituto). Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/504/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los.pdf
- Beck, H. E., Bruijnzeel, L. A., M. Van Dijk, A. I. J., McVicar, T. R., Scatena, F. N., & Schellekens, J. (2013). The impact of forest regeneration on streamflow in 12 mesoscale humid tropical catchments. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(7), 2613–2635. <https://doi.org/10.5194/hess-17-2613-2013>

- Benavides, I. F., Solarte, M. E., Pabón, V., Ordoñez, A., Beltrán, E., Rosero, S., & Torres, C. (2018). The variation of infiltration rates and physical-chemical soil properties across a land cover and land use gradient in a Paramo of southwestern Colombia. *Journal of Soil and Water Conservation*, 73(4), 400–410. <https://doi.org/10.2489/jswc.73.4.400>
- Bens, O., Wahl, N. A., Fischer, H., & Hüttl, R. F. (2006). Water infiltration and hydraulic conductivity in sandy cambisols: Impacts of forest transformation on soil hydrological properties. *European Journal of Forest Research*, 126(1), 101–109. <https://doi.org/10.1007/s10342-006-0133-7>
- Blanco, J. A. (2017). Bosques, suelo y agua: Explorando sus interacciones. *Ecosistemas*, 26(2), 1–9. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-2.01>
- BOLFOR, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. In *Journal of Obstetrics and Gynaecology*. <https://doi.org/10.1080/01443610410001722590>
- Bonnesoeur, V., Locatelli, B., Guariguata, M. R., & Ochoa-tocachi, B. F. (2019). Impacts of forests and forestation on hydrological services in the Andes : A systematic review Forest Ecology and Management Impacts of forests and forestation on hydrological services in the Andes : A systematic review. *Forest Ecology and Management*, 433(December 2018), 569–584. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.033>
- Bouma, J., & Dekker, L. W. (1981). A method for measuring the vertical and horizontal Ksat of Clay soils with macropores. *Soil Science Society of America Journal*, 45, 662–663.
- Bouyoucos, G. J. (1927). *The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils* (pp. 343–353). Michigan Agricultural Experiment Station.
- Braud, I., De Condappa, D., Soria, J. M., Haverkamp, R., Angulo-Jaramillo, R., Galle, S., & Vauclin, M. (2005). Use of scaled forms of the infiltration equation for the estimation of unsaturated soil hydraulic properties (the Beerkan method). *European Journal of*

Soil Science, 56(3), 361–374. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2004.00660.x>

Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K. eo, & Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: An overview highlighting hydrologic services. *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 67–98. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>

Braun-Blanquet, J. (1932). *Plant sociology: The study of plant communities* (G. D. Fuller & H. S. Conard (eds.); 1st ed.). Geord D. Fuller and Henry S. Conard.

Buytaert, W., De Bièvre, B., Wyseure, G., & Deckers, J. (2004). The use of the linear reservoir concept to quantify the impact of changes in land use on the hydrology of catchments in the Andes. *Hydrology and Earth System Sciences*, 8(1), 108–114. <https://doi.org/10.5194/hess-8-108-2004>

Buytaert, Wouter, Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79(1–2), 53–72. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.06.002>

Buytaert, Wouter, Iñiguez, V., & Bièvre, B. De. (2007). The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo. *Forest Ecology and Management*, 251(1–2), 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.035>

Byers, A. C. (2000). Contemporary Landscape Change in the Huascarán National Park and Buffer Zone, Cordillera Blanca, Peru. *Mountain Research and Development*, 20(1), 52–63. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2000\)020\[0052:clcith\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2000)020[0052:clcith]2.0.co;2)

Cáceres, R. (2007). Movimiento límite de los bosques de *Polylepis* en relación al retroceso glaciar en la microcuenca Quillcay - Ancash. In *Acta Universitatis Carolinae, Geographica* (Vol. 42, Issues 1–2, pp. 183–206).

Calder, I. R., Rosier, P. T. W., Prasanna, K. T., & Parameswarappa, S. (1997). Eucalyptus

- water use greater than rainfall input.pdf. In *Hydrology and Earth System Sciences* (Vol. 1, Issue 2, pp. 249–256).
- Cassin, J., & Locatelli, B. (2020). *Guía para la Evaluación de Intervenciones en Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica* (p. 87). Forest Trends Association.
- Castro, A., & Flores, M. (2015). CHARACTERIZATION OF A QUEÑUAL (*Polylepis* spp.) FOREST AT HUASTA DISTRICT, BOLOGNESI PROVINCE (ANCASH, PERU). *Ecología Aplicada*, 14(1), 1–9. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v14n1/a01v14n1.pdf>
- Castro Aponte, A. E. (2020). *Desarrollo forestal comunitario en la conservación del ecosistema andino de la microcuenca Vicos Recuayhuanca, Ancash, Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Célleri, R., & Feyen, J. (2009). The Hydrology of Tropical Andean Ecosystems: Importance, Knowledge Status, and Perspectives. *Mountain Research and Development*, 29(4), 350–355. <https://doi.org/10.1659/mrd.00007>
- Cerrón, J., Del Castillo, J., Bonnesoeur, V., Peralvo, M., & Mathez-Stiefel, S.-L. (2019). *Relación entre árboles, cobertura y uso de la tierra y servicios hidrológicos en los Andes Tropicales: Una síntesis del conocimiento* (World Agroforestry, Issue 27). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5716/OP19056.PDF>
- COEN. (2020). *REPORTE DE PELIGRO INMINENTE N° 123 - 2/12/2020 / COEN - INDECI / 09:35 HORAS (Reporte N°2): POR DÉFICIT HÍDRICO EN EL DEPARTAMENTO DE ÁNCASH*.
- Colonia, D., Vargas, R., & Tuya, E. (2016). *Reconocimiento del nivel de peligro de las lagunas Tullparaju y Cuchillacocha con fines de seguridad y aprovechamiento*.
- Crespo, P. J., Feyen, J., Buytaert, W., Bücker, A., Breuer, L., Frede, H. G., & Ramírez, M.

- (2011). Identifying controls of the rainfall-runoff response of small catchments in the tropical Andes (Ecuador). *Journal of Hydrology*, 407(1–4), 164–174. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.07.021>
- Cuyckens, G., & Renison, D. (2018). Ecología y conservación de los bosques montanos de Polylepis. Una introducción al número especial. *Ecologia Austral*, 28, 157–162.
- Dane, J. H., & Clarke Topp, G. (2002). Methods of Soil Analysis: Physical Methods. In *Science Society of America Book Series*. Soil Science Society of America, Inc. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/abstracts/sssabookseries/methodsofsolan4/frontmatter>
- Delta-T Devices Ltd. (1998). *Delta - T Devices - ML2 User Manual*. <https://www.deltat.co.uk/support/product-resources/>
- Denoia, J., Sosa, O., Zerpa, G., & Martín, B. (2000). Efecto del pisoteo animal sobre la velocidad de infiltración y sobre otras propiedades físicas del suelo. *Pastos: Revista de La Sociedad Española Para El Estudio de Los Pastos*, 30(1), 129–141.
- Doornbos, B. (2015). El valor de los bosques andinos en asegurar agua y suelo en un contexto de creciente riesgo climático: ¿(re)conocemos lo imperdible? *Programa Bosques Andinos*, 3, 13.
- Dunkerley, D. L. (2002). Infiltration rates and soil moisture in a groved mulga community near Alice Springs, arid central Australia: Evidence for complex internal rainwater redistribution in a runoff-runon landscape. *Journal of Arid Environments*, 51(2), 199–219. <https://doi.org/10.1006/jare.2001.0941>
- Eduardo, F., Chuquillanqui, H., Velásquez, W., Chuchon, E., Najarro, P., & Linares-Palomino, R. (2018). *Plantas comunes de los pastizales altoandinos* (Vol. 1, pp. 1–10). www.bmap.pe

- Eiza, M., & Carfagno, P. (2012). Medición de la infiltración en el suelo. Infiltrómetro de anillo simple y simulador de lluvias. In *Análisis y Evaluación de Propiedades físico hídricas de los Suelos* (pp. 25–36). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Elrick, D. E., Reynolds, W. D., & Tan, K. A. (1989). *Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analyses* (p. 10).
- FAO. (2008). *Forests and water*.
- FAO. (2015). World reference base for soil resources. In *World soil resources reports* (Vol. 4, Issue 8). <https://doi.org/10.1038/nnano.2009.216>
- FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations: Global Forest Resources Assessment 2020: Terms and Definition FRA. In *Global Forest Resources Assessment -Terms and Definitions*. <http://www.fao.org/forestry/58864/en/>
- Farley, K. A., Jobbágy, E. G., & Jackson, R. B. (2005). Effects of afforestation on water yield: A global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology*, *11*(10), 1565–1576. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01011.x>
- Fischer, C., Roscher, C., Jensen, B., Eisenhauer, N., Baade, J., Attinger, S., Scheu, S., Weisser, W. W., Schumacher, J., & Hildebrandt, A. (2014). How do earthworms, soil texture and plant composition affect infiltration along an experimental plant diversity gradient in grassland? *PLoS ONE*, *9*(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098987>
- Fischer, M., Bossdorf, O., Gockel, S., Hänsel, F., Hemp, A., Hessenmöller, D., Korte, G., Nieschulze, J., Pfeiffer, S., Prati, D., Renner, S., Schöning, I., Schumacher, U., Wells, K., Buscot, F., Kalko, E. K. V., Linsenmair, K. E., Schulze, E. D., & Weisser, W. W. (2010). Implementing large-scale and long-term functional biodiversity research: The Biodiversity Exploratories. *Basic and Applied Ecology*, *11*(6), 473–485. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.07.009>

- Fjeldså, J. (1993). The avifauna of the polylepis woodlands of the Andean highlands. *Bird Conservation International*, 3, 37–55.
- Fjeldså, J. (2002). Polylepis forests - Vestiges of a vanishing ecosystem in the Andes. In *Ecotropica* (Vol. 8, pp. 111–123).
- Forman, R. T. T., & Godron, M. (1981). Patches and structural components for a landscape ecology. *BioScience*, 31(10), 733–740.
- Fuentealba, Beatriz, & Sevillano, S. (2016). Experiencias de rehabilitación comunitaria con queñual (*Polylepis* sp.) en el Departamento de Ancash, Perú. In B. Fuentealba & S. S. Ríos (Eds.), *Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe* (Issue 19, pp. 315–326). Sociedad Iberoamericana y del Caribe de Restauración Ecológica (SIACRE).
- Gálvez Cárdenas, G. (2013). *Evaluación de bosques de Polylepis y plan de restauración ecológica en la microcuenca de Cancha Cancha - Calca* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/888/253T20130010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gareca, E. E., Hermy, M., Fjeldsa, J., & Honnay, O. (2010). Polylepis woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodiversity and Conservation*, 19(12), 3327–3346. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9895-9>
- Gaspar-Santos, E. S., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., & Álvarez-Solís, J. D. (2015). Acumulación y descomposición de hojarasca en bosques secundarios del sur de la Sierra Madre de Chiapas, México. *Bosque*, 36(3), 467–480. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300013>
- Georges, C. (2004). 20th-Century glacier fluctuations in the tropical Cordillera Blanca, Perú. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36(1), 100–107. [https://doi.org/10.1657/1523-0430\(2004\)036\[0100:TGFITT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1657/1523-0430(2004)036[0100:TGFITT]2.0.CO;2)

- Gilmour, D. (2014). *Forests and water: A synthesis of the contemporary science and its relevance for community forestry in the Asia–Pacific region*. (Issue 3). <https://doi.org/10.1038/scientificamerican05271911-525>
- Glas, R. (2018). *Surface water and groundwater in a changing climate: applications of hydrogeophysics and trend analysis to understand hydrologic systems* (Issue June) [Syracuse University]. <https://surface.syr.edu/etd/898>
- Glas, R., Lautz, L., McKenzie, J., Mark, B., Baraer, M., Chavez, D., & Maharaj, L. (2018). A review of the current state of knowledge of proglacial hydrogeology in the Cordillera Blanca, Peru. *WIREs Water*, 5(5), 1–14. <https://doi.org/10.1002/wat2.1299>
- Goldstein, G., Meinzer, F. C., & Rada, F. (1994). Environmental biology of a tropical treeline species, *Polylepis sericea*. In P. W. Rundel, A. P. Smith, & F. C. Meinzer (Eds.), *Tropical Alpine Environments: Plants form and function* (Issue 1979, pp. 129–149). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511551475.008>
- Gómez, G., Munive, R., Mallma, T., & Orihuela, C. (2014). Evaluación de la tasa de infiltración en tierras agrícolas, forestales y de pastoreo en la subcuenca del río Shullcas. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 04(01), 32–43. <https://doi.org/10.18259/acs.2014004>
- Gonzalez, G. J. (2015). *Caracterización de la infiltración en bosques plantados con Polylepis spp., de 11 y 29 años, Parque Nacional Huascarán, quebrada Quilcayhuanca, Huarz, Ancash*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Goulden, M. L., Anderson, R. G., Bales, R. C., Kelly, A. E., Meadows, M., & Winston, G. C. (2012). Evapotranspiration along an elevation gradient in California's Sierra Nevada. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 117(3), 1–13. <https://doi.org/10.1029/2012JG002027>
- Goulden, Michael L., & Bales, R. C. (2014). Mountain runoff vulnerability to increased evapotranspiration with vegetation expansion. *Proceedings of the National Academy of*

Sciences of the United States of America, 111(39), 14071–14075.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1319316111>

Guevara Pérez, E., & De La Torre Villanueva, A. (2019). *Gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca y cultura del agua* (Autoridad Nacional del Agua (ed.); Primera ed). Ministerio de Agricultura y Riego.

Gui, D., Lei, J., Zeng, F., Runge, M., Mu, G., Yang, F., & Zhu, J. (2010). Ordination as a tool to characterize soil particle size distribution, applied to an elevation gradient at the north slope of the Middle Kunlun Mountains. *Geoderma*, 158(3–4), 352–358.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.06.002>

Gurgiser, W., Juen, I., Singer, K., Neuburger, M., Schauwecker, S., Hofer, M., & Kaser, G. (2016). Comparing peasants' perceptions of precipitation change with precipitation records in the tropical Callejon de Huaylas, Peru. *Earth System Dynamics*, 7(2), 499–515. <https://doi.org/10.5194/esd-7-499-2016>

Gyenge, J. E., Fernández, M. E., Licata, J., Weigandt, M., Bond, B. J., & Schlichter, T. M. (2011). Uso del agua y productividad de los bosques nativos e implantados en el NO de la Patagonia: aproximaciones desde la ecohidrología y la ecofisiología. *Ecología Austral*, 21, 271–284.

Gyenge, J., Fernández, M. E., Sarasola, M., & Schlichter, T. (2008). Testing a hypothesis of the relationship between productivity and water use efficiency in Patagonian forests with native and exotic species. *Forest Ecology and Management*, 255(8–9), 3281–3287. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.01.078>

Gyenge, J., Fernández, M. E., & Schlichter, T. (2009). Effects on site water balance of conversion from native mixed forest to Douglas-fir plantation in N.W. Patagonia. *New Forests*, 38(1), 67–80. <https://doi.org/10.1007/s11056-009-9132-0>

Hillel, D. (1998). *Environmental soil physics* (D. Hillel (ed.)). Academic Press Inc.

- Hofstede, R. (1995). The effects of grazing and burning on soil and plant nutrient. *Plant and Soil*, 173, 111–132.
- Horton, R. (1940). An approach toward a physical interpretation of infiltration capacity. *Soil Science Proceedings*, 399–417.
- IBM Corporation. (2021). *IBM SPSS Statistics 21 Core System User's Guide*.
- INAIGEM. (2016). *Información de Caracterización de la Subcuenca del Río Quillcay*.
- INGEMMET. (2009). *Riesgos geológicos en la región Ancash*.
- Iroume, A. (1997). Estudio de los procesos hidrológicos en una cuenca experimental forestal andina de la IX Región, Chile. *Bosque*, 18(1), 73–81. <https://doi.org/10.4206/bosque.1997.v18n1-09>
- Islam, K. R., Ahmed, M. R., Bhuiyan, M. K., & Badruddin, A. (2001). Deforestation effects on vegetative regeneration and soil quality in tropical semi-evergreen degraded and protected forests of Bangladesh. *Land Degradation and Development*, 12(1), 45–56. <https://doi.org/10.1002/ldr.418>
- Jaramillo, D. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. In D. F. Jaramillo (Ed.), *Introducción a La Ciencia Del Suelo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacón-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., J, S., & Tovar, A. (2009). *Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela* (Vol. 2, Issue June, p. 96). Secretaria General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, LTA-UNALM,IAvH, ICAE-ULA,CDC-UNALM, RUMBOL SRL.
- Kaser, G., & Georges, C. (1997). Changes of the equilibrium-line altitude in the tropical

- Cordillera Blanca, Peru, 1930-50, and their spatial variations. *Annals of Glaciology*, 24, 344–349. <https://doi.org/10.3189/s0260305500012428>
- Kaser, G., Juen, I., Georges, C., Gómez, J., & Tamayo, W. (2003). The impact of glaciers on the runoff and the reconstruction of mass balance history from hydrological data in the tropical Cordillera Bianca, Perú. *Journal of Hydrology*, 282(1–4), 130–144. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(03\)00259-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(03)00259-2)
- Kessler, M. (2002). The “Polylepis problem”: Where do we stand? *Ecotropica*, 8(May), 97–116.
- Kessler, M. (2006). Bosques de Polylepis. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, June, 110–120. [http://www.beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 07.pdf](http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2007.pdf)
- Kómetter Mogrovejo, R., & Gálmez Márquez, V. (2017, August). La restauración de bosques andinos y sus vínculos con el agua. *Programa Bosques Andinos, Artículo - 06*, 6, 42.
- Kommetter, R. (2011). Ecosistemas forestales andinos en el Perú: una visión de las experiencias y perspectivas del manejo forestal. In *Serie Investigación y Sistematización* (Vol. 24, Issue 1).
- Körner, C. (2003). *Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems* (2da ed.). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56680-6>
- Lal, R., & Shukla, M. (2005). Principles of Soil Physics. In *Marcel Dekker* (Vol. 4, Issue 2). Taylor & Francis. <https://doi.org/10.2136/vzj2004.0012br>
- Lamont, B. B., Le Maitre, D. C., Cowling, R. M., & Enright, N. J. (1991). Canopy seed storage in woody plants. *The Botanical Review*, 57(4), 277–317. <https://doi.org/10.1007/BF02858770>

- Lande, R. (1996). Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communiti. *Oikos*, 76(1), 5–13.
- Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M., & Arismendi, I. (2009). Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. *Forest Ecology and Management*, 258(4), 415–424. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.004>
- Leimer, S., Berner, D., Birkhofer, K., Boeddinghaus, R. S., Fischer, M., Kandeler, E., Kuka, K., Marhan, S., Prati, D., Schäfer, D., Schöning, I., Solly, E. F., Wolters, V., & Wilcke, W. (2021). Land-use intensity and biodiversity effects on infiltration capacity and hydraulic conductivity of grassland soils in southern Germany. *Ecohydrology*, 14(6), 1–15. <https://doi.org/10.1002/eco.2301>
- Little, C., & Lara, A. (2010). Restauración ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile. *Bosque*, 31(3), 175–178. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002010000300001>
- Liu, Y., Miao, H. T., Chang, X., & Wu, G. L. (2019). Higher species diversity improves soil water infiltration capacity by increasing soil organic matter content in semiarid grasslands. *Land Degradation and Development*, 30(13), 1599–1606. <https://doi.org/10.1002/ldr.3349>
- Llerena, C. A., Hermoza Espezúa, R. M., & Llerena Bermúdez, L. M. (2007). Plantaciones Forestales, Agua Y Gestión De Cuencas. *Debate Agrario*, 42(May), 79–110.
- Llerena, C. A., Hermoza Espezúa, R. M., Yalle, S., Flores, F., & Salinas, N. (2017). Forest Management and Water in Perú. In *Forest management and the impact on water resources: A review of 13 countries* (pp. 129–148). UNESCO. <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/54133>
- Macía, Manuel J, P. M. E. & M. M. P. (2005). *A new Leptosphaeria (Ascomycotina,*

Pleosporales) found on Rosaceae. June 2014.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement* (1st ed.). Springer, Dordrecht.

Mancomunidad Municipal del Valle Fortaleza del Santa. (2017). *Estudio Hidrológico Cuenca Del Rio Santa*.

Marín, F., Dahik, C., Mosquera, G., Feyen, J., Crespo, P., & Cisneros, P. (2018). Changes in soil hydro-physical properties and SOM due to pine afforestation and Grazing in Andean environments cannot be generalized. *Forests*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/f10010017>

Marín, Franklin, Dahik, C. Q., Mosquera, G. M., Feyen, J., Cisneros, P., & Crespo, P. (2018). Changes in soil hydro-physical properties and SOM due to pine afforestation and Grazing in Andean environments cannot be generalized. *Forests*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/f10010017>

Martre, P., North, G. B., Bobich, E. G., & Nobel, P. S. (2002). Root deployment and shoot growth for two desert species in response to soil rockiness. *American Journal of Botany*, 89(12), 1933–1939. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.12.1933>

Mathez-Stiefel, S.-L., Peralvo, M., Báez, S., Rist, S., Buytaert, W., Cuesta, F., Fadrique, B., Feeley, K. J., Groth, A. A. P., Homeier, J., Llambí, L. D., Locatelli, B., Sandoval, M. F. L., Malizia, A., & Young, K. R. (2017). Research Priorities for the Conservation and Sustainable Governance of Andean Forest Landscapes. *Mountain Research and Development*, 37(3), 323. <https://doi.org/10.1659/mrd-journal-d-16-00093.1>

Maynard, D. G., & Curran, M. P. (2006). Bulk Density Measurement in Forest Soils. In *Soil Sampling and Methods of Analysis* (pp. 863–869).

Mejía Marcacuzco, J. A. (2012). *Hidrología Aplicada* (UNALM (ed.); Primera ed).

Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Mendoza, W., & Cano, A. (2011). Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Revista Peruana de Biología*, 18(2), 197–200. <https://doi.org/10.15381/rpb.v18i2.228>
- Messerli, B., Viviroli, D., & Weingartner, R. (2004). Mountains of the world: Vulnerable water towers for the 21 st century. *Ambio*, 33(SPEC. ISS. 13), 29–34. <https://doi.org/10.1007/0044-7447-33.sp13.29>
- MINAM. (2019). Memoria descriptiva del mapa nacional de ecosistemas del Perú. In MINAM (Ed.), *Ministerio del Ambiente* (1era.). <https://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-nacional-ecosistemas-peru>
- Mindreau, M., & Zúñiga, C. (2010). *Manual de Forestería Comunitaria de Alta Montaña*. Instituto de Montaña.
- Molina, A., Vanacker, V., Brisson, E., Mora, D., & Balthazar, V. (2015). Multidecadal change in streamflow associated with anthropogenic disturbances in the tropical Andes. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(10), 4201–4213. <https://doi.org/10.5194/hess-19-4201-2015>
- Molina, Armando, Vanacker, V., Balthazar, V., Mora, D., & Govers, G. (2012). Complex land cover change, water and sediment yield in a degraded andean environment. *Journal of Hydrology*, 472–473(October 2017), 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.09.012>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Moreno, C., Zuria, I., García-Zenteno, M., Sánchez-Rojas, G., Castellanos, I., Martínez-Morales, M., & Rojas-Martínez, A. (2006). Trends in the measurement of alpha diversity in the last two decades. *Interciencia*, 31(1), 167–182.

- Morera, S. B. (2014). *Magnitud, Frecuencia Y Factores Que Controlan Los Flujos Sedimentarios Desde Los Andes Centrales Occidentales Hacia El Océano Pacífico Peruano* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2403>
- Mosquera, G. M., Célleri, R., Lazo, P. X., Vaché, K. B., Perakis, S. S., & Crespo, P. (2016). Combined use of isotopic and hydrometric data to conceptualize ecohydrological processes in a high-elevation tropical ecosystem. *Hydrological Processes*, *30*(17), 2930–2947. <https://doi.org/10.1002/hyp.10927>
- Mubarak, I., Mailhol, J. C., Angulo-Jaramillo, R., Ruelle, P., Boivin, P., & Khaledian, M. (2009). Temporal variability in soil hydraulic properties under drip irrigation. *Geoderma*, *150*(1–2), 158–165. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.01.022>
- Muñoz-Schick, M., Moreira-Muñoz, A., & Espinoza, S. M. (2012). Origen del nombre de los géneros de plantas vasculares nativas de Chile y su representatividad en Chile y el mundo. *Gayana - Botanica*, *69*(2), 309–359. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432012000200011>
- Ochoa-Tocachi, B. F. (2020). *Impactos del uso del suelo sobre la respuesta hidrológica de cuencas andinas*. August. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29456.43526>
- Ochoa-Tocachi, B. F., Buytaert, W., De Bièvre, B., Célleri, R., Crespo, P., Villacís, M., Llerena, C. A., Acosta, L., Villazón, M., Guallpa, M., Gil-Ríos, J., Fuentes, P., Olaya, D., Viñas, P., Rojas, G., & Arias, S. (2016). Impacts of land use on the hydrological response of tropical Andean catchments. *Hydrological Processes*, *30*(22), 4074–4089. <https://doi.org/10.1002/hyp.10980>
- Osman, K. T. (2013). Soils: Principles, properties and management. *Soils: Principles, Properties and Management*, *9789400756*, 1–271. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5663-2>
- Otero, L., Contreras, A., & Barrales, L. (1994). Efectos ambientales del reemplazo de bosque

nativo por plantaciones (Estudio en cuatro microcuencas en la Provincia de Valdivia). *Ciencia e Investigación Forestal*, 8(2), 253–276.

Oyarzún, C. E., Frêne, C., Lacrampe, G., Huber, A., & Hervé, P. (2011). Propiedades hidrológicas del suelo y exportación de sedimentos en dos microcuencas de la Cordillera de la Costa en el sur de Chile con diferente cobertura vegetal. *Bosque*, 32(1), 10–19. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002011000100002>

Oyarzún, C. E., Hervé-Fernandez, P., & Frêne, C. (2012). Effects of land use changes and management practices on water yield in native forests and exotic plantations in Southern Chile. *Forest Management: Technology, Practices and Impact, August 2012*, 79–101.

Oyarzún, C. E., Nahuelhual, L., & Núñez, D. (2005). Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. *Ambiente y Desarrollo*, XX–XXI(3), 88–97.

Oyvind, H. (2022). *PAleontological STatistics version 4.11* (Natural History Museum & University of Oslo (eds.)). University of Oslo.

Padilla, F. M., Miranda, J. D., Jorquera, M. J., & Pugnaire, F. I. (2009). Variability in amount and frequency of water supply affects roots but not growth of arid shrubs. *Plant Ecology*, 204(2), 261–270. <https://doi.org/10.1007/s11258-009-9589-0>

Piątek, M., Rodríguez-Flakus, P., Domic, A., Palabral-Aguilera, A. N., Gómez, M. I., & Flakus, A. (2020). Phylogenetic placement of *Leptosphaeria polylepidis*, a pathogen of Andean endemic *Polylepis tarapacana*, and its newly discovered mycoparasite *Sajamaea mycophila* gen. et sp. nov. *Mycological Progress*, 19(1), 14. <https://doi.org/10.1007/s11557-019-01535-w>

Pillsbury, F. C., & Miller, J. R. (2008). Habitat and landscape characteristics underlying anuran community structure along an urban-rural gradient. *Ecological Applications*, 18(5), 1107–1118. <https://doi.org/10.6052/j.issn.1000-4750.2014.12.1075>

- Pirastru, M., Castellini, M., Giadrossich, F., & Niedda, M. (2013). Comparing the Hydraulic Properties of Forested and Grassed Soils on an Experimental Hillslope in a Mediterranean Environment. *Procedia Environmental Sciences*, *19*, 341–350. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2013.06.039>
- Pizarro, R., Valdés-Pineda, R., Garcia-Chevesich, P. A., Ibáñez, A., Pino, J., Scott, D. F., Neary, D. G., McCray, J. E., Castillo, M., & Ubilla, P. (2022). The Large-Scale Effect of Forest Cover on Long-Term Streamflow Variations in Mediterranean Catchments of Central Chile. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(8), 21. <https://doi.org/10.3390/su14084443>
- Poca, M., Cingolani, A. M., Gurvich, D. E., Whitworth-Hulse, J. I., & Saur Palmieri, V. (2018). La degradación de los bosques de altura del centro de Argentina reduce su capacidad de almacenamiento de agua. *Ecología Austral*, *28*(1), 235–248. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.1.497>
- Pourrut, P., Gómez, G., Segovia, A., & Bermeo, A. (2014). Factores condicionantes de los regímenes climáticos e hidrológicos. *El Agua En El Ecuador*, 7–12.
- Quichimbo, P., Tenorio, G., Borja, P., Cárdenas, I., Crespo, P., & Célleri, R. (2012). Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. *Suelos Ecuatoriales*, *42*(2), 138–153.
- Resources NASA Prediction of Worldwide Energy. (2022). *POWER Data Access Viewer*. Nasa. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Reynel, C., & Marcelo, J. L. (2009). Árboles de los Ecosistemas Forestales Andinos. Manual de identificación de especies. In S. Hamann (Ed.), *Serie Investigación y Sistematización* (9th ed.). Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. <https://doi.org/10.1080/13597569608420974>
- Roa-García, M. C., Brown, S., Schreier, H., & Lavkulich, L. M. (2011). The role of land use

- and soils in regulating water flow in small headwater catchments of the Andes. *Water Resources Research*, 47(5). <https://doi.org/10.1029/2010WR009582>
- Roa-García, M. C., & Weiler, M. (2010). Integrated response and transit time distributions of watersheds by combining hydrograph separation and long-term transit time modeling. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(8), 1537–1549. <https://doi.org/10.5194/hess-14-1537-2010>
- Rodriguez-Iturbe, I. (2000). Ecohydrology: A hydrologic perspective of climate-soil-vegetation dynamics. *Water Resources Research*, 36(1), 3–9.
- Ruehlmann, J., & Körschens, M. (2009). Calculating the Effect of Soil Organic Matter Concentration on Soil Bulk Density. *Soil Science Society of America Journal*, 73(3), 876–885. <https://doi.org/10.2136/sssaj2007.0149>
- Sarmiento, F. O., & Frolich, L. M. (2002). Andean Cloud Forest Tree Lines. *Mountain Research and Development*, 22(3), 278–287. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2002\)022\[0278:acftl\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2002)022[0278:acftl]2.0.co;2)
- Schauwecker, S., Rohrer, M., Acuña, D., Cochachin, A., Dávila, L., Frey, H., Giráldez, C., Gómez, J., Huggel, C., Jacques-Coper, M., Loarte, E., Salzmann, N., & Vuille, M. (2014). Climate trends and glacier retreat in the Cordillera Blanca, Peru, revisited. *Global and Planetary Change*, 119, 85–97. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.05.005>
- Schoeneberger, P.J., Wysocki, D. A., Benham, E. C., & Soil Survey Staf. (2012). *Field book for describing and sampling soils* (Natural Resources Conservation Service & National Soil Survey Center (eds.); Version 3., Issue September).
- Schoeneberger, Philip J., & Wysocki, D. A. (2005). Hydrology of soils and deep regolith: A nexus between soil geography, ecosystems and land management. *Geoderma*, 126(1-2 SPEC. ISS.), 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.11.010>

- Scott, D. F. (1993). The hydrological effects of fire in South African mountain catchments. *Journal of Hydrology*, 150(2–4), 409–432. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(93\)90119-T](https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90119-T)
- Segovia-Salcedo, M. C., Domic, A., Boza, T., & Kessler, M. (2018). Situación taxonómica de las especies del género *Polylepis*. Implicancias para los estudios ecológicos, la conservación y la restauración de sus bosques. *Ecología Austral*, 28, 188–201.
- Seiwa, K., Kunii, D., Masaka, K., Hayashi, S., & Tada, C. (2021). Hardwood mixture enhances soil water infiltration in a conifer plantation. *Forest Ecology and Management*, 498(June), 119508. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119508>
- SENAMHI. (2009). *Escenarios climáticos en la cuenca del río Santa para el año 2030 - Resumen Ejecutivo*. 28.
- SENAMHI. (2013). Evaluación de los modelos CMIP5 del IPCC en el Perú : proyecciones al año 2030 en la región Tacna, reporte ejecutivo. In *Repositorio Institucional - SENAMHI* (Vol. 6141414). <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/221#.XuusqN7L42g.mendeley>
- SERNANP. (2010). *Parque Nacional Huascarán Plan Maestro 2010-2015* (SERNANP (ed.)).
- SERNANP. (2015). *PARQUE NACIONAL HUASCARÁN: 40 AÑOS* (No. 1).
- SERNANP. (2017). *Plan Maestro del Parque Nacional Huascarán*.
- Sevillano-Ríos, C. S., & Morales, L. V. (2021). La temperatura y radiación solar explican diferencias en la distribución de dos árboles altoandinos (*Polylepis* spp.) localmente simpátricos en la Cordillera Blanca, Perú. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 327–340. <https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1938887>

- Sevillano-Ríos, C. S., & Rodewald, A. D. (2021). Responses of *Polylepis* birds to patch and landscape attributes in the High Andes. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 5–22. <https://doi.org/10.1080/23766808.2020.1869900>
- Sevink, J. (2008). La Cordillera Blanca: un paisaje explicado. In *Materiales de lectura en geografía, clima y riesgo en ambientes de alta montaña*. Instituto de Montaña & Universidad de Amsterdam. <https://doi.org/10.1525/9780520908253-004>
- Silva, P., Silva, H., Garrido, M., & Acevedo, E. (2015). Manual de estudio y ejercicios relacionados con el contenido de agua en el suelo y su uso por los cultivos. In *Journal of Structural Engineering* (Vol. 141, Issue 9). [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0001200](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001200)
- Simpson, B. B. (1979). A Revision of the Genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). In *Smithsonian Contributions to Botany* (Issue 43). <https://doi.org/10.5479/si.0081024x.43.1>
- Somers, L. D., & Mckenzie, J. M. (2020). A review of groundwater in high mountain environments. *WIREs Water*, July, 1–27. <https://doi.org/10.1002/wat2.1475>
- Suárez, E., Arcos, E., Moreno, C., Encalada, A., & Álvarez, M. (2013). Influence of vegetation types and ground cover on soil water infiltration capacity in a high-altitude páramo ecosystem. *Avances En Ciencias e Ingenierías*, 5(1), B14–B21. <http://www.usfq.edu.ec/Publicaciones/Avances/B14-5-1-2013>
- Ter Braak, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167–1179. <https://doi.org/10.2307/1938672>
- Tobón, C. (2009). Los bosques andinos y el agua. In *Investigación y Sistematización*.
- Toivonen, J. M., Gonzales-Inca, C. A., Bader, M. Y., Ruokolainen, K., & Kessler, M. (2017).

- Elevational shifts in the topographic position of polylepis forest stands in the Andes of Southern Peru. *Forests*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/f9010007>
- Touma, J., Voltz, M., & Albergel, J. (2007). Determining soil saturated hydraulic conductivity and sorptivity from single ring infiltration tests. *European Journal of Soil Science*, 58(1), 229–238. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2006.00830.x>
- Trimble, S., & Ward, A. (2003). *Environmental hydrology* (2da ed.). Lewis publishers.
- Turner, E. R. (2006). *Comparison of Infiltration Equations and Their Field Validation With Rainfall Simulation*. 202.
- Vallejo, C. A. M. (2012). *Efectos de diferentes tipos de vegetación sobre la capacidad de infiltración de agua en suelos de páramo en la Reserva Privada Paluguillo (Ecuador)* [Universidad San Francisco de Quito]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1975>
- Villanueva Ramírez, R. (2011). *Características de la cuenca del río Santa*.
- Villegas, J. C. (2004). Análisis del conocimiento en la relación agua-suelo-vegetación para el departamento de Antioquía. *Escuela de Ingeniería de Antioquía*, 1, 73–79.
- Viviroli, D., & Weingartner, R. (2004). The hydrological significance of mountains: from regional to global scale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 8(6), 1017–1030. <https://doi.org/10.5194/hess-8-1017-2004>
- Warrick, A. . (1998). Spatial Variability. In D. Hillel (Ed.), *Environmental Soil Physics* (pp. 655–675). Academic Press Inc.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon*, 21(2/3), 213–251.

- Wikum, D. A., & Shanholtzer, G. F. (1978). Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental Management*, 2(4), 323–329. <https://doi.org/10.1007/BF01866672>
- Yáñez Gutiérrez, F., Hermoza Espezúa, R. M., & Bazán Tapia, L. R. (2017). Caracterización de la infiltración de agua en tres sistemas de uso del suelo de la Comunidad Santiago de Carampoma, Huarochirí, Lima. *Anales Científicos*, 78(2), 191. <https://doi.org/10.21704/ac.v78i2.1056>
- Yaranga, R., Custodio, M., Chanamé, F., & Pantoja, R. (2018). Floristic diversity in grasslands according to plant formation in the Shullcas river sub-basin, Junin, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 511–517. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.06>
- Young, K. R., Ponette-González, A. G., Polk, M. H., & Lipton, J. K. (2017). Snowlines and Treelines in the Tropical Andes. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(2), 429–440. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1235479>
- Zimmermann, B., & Elsenbeer, H. (2009). The near-surface hydrological consequences of disturbance and recovery: A simulation study. *Journal of Hydrology*, 364(1–2), 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.10.016>
- Zuñiga, G. (2001). *Evaluación de la aptitud de las tierras con fines forestales de la ladera sur del “Parque Tunari”* (p. 42). Centro de Levantamientos Aeroespaciales y aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS). <https://doi.org/.1037//0033-2909.I26.1.78>
- Zuo, X., Zhao, X., Zhao, H., Zhang, T., Guo, Y., Li, Y., & Huang, Y. (2009). Spatial heterogeneity of soil properties and vegetation-soil relationships following vegetation restoration of mobile dunes in Horqin Sandy Land, Northern China. *Plant and Soil*, 318(1–2), 153–167. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9826-7>
- Zutta, B. R., Rundel, P. W., Saatchi, S., Casana, J. D., Gauthier, P., Soto, A., Velazco, Y., &

Buermann, W. (2012). Prediciendo la distribución de Polylepis: bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes. *Revista Peruana de Biología*, 19(2), 205–212. <https://doi.org/10.15381/rpb.v19i2.849>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Materiales para la obtención de datos

Muestreo de suelos
2 cilindros metálicos con volumen definido (muestreadores)
Comba
Listones de madera
Estacas de madera
Guantes
Rafia de diferentes colores
GPS
Libreta de campo y lápiz
Bolsas ziploc
Plumones indelebles
Afiladora portátil
Wincha
Reglas
Cuchillo
Formón
Bolsas de papel

Ensayos de infiltración
Herramienta niveladora de infiltrómetro
Comba
Sensor de humedad de suelo ML3 ThetaProbe
8 cilindros infiltrómetros
8 cronómetros
Bolsas de plástico
Agua
2 baldes de 16L
1 jarra medidora
Libreta de campo y lápiz
Plumones indelebles
Guantes

Caracterización de vegetación
Estacas de madera
Eslingas
Wincha
Cinta diamétrica
Libreta y lápiz

Anexo 2. Ubicación de puntos de muestreo (UTM WGS 84 – 18S) por tipo de cobertura vegetal

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Altitud (m)	Coor E (m)	Coor N (m)
01P11	Llanganuco	Pastizal	3857,0	212199,247	8998193,75
01P12	Llanganuco	Pastizal	3859,3	212205,343	8998188,49
01P13	Llanganuco	Pastizal	3860,2	212210,507	8998188,52
01P14	Llanganuco	Pastizal	3860,2	212220,32	8998185,71
01P15	Llanganuco	Pastizal	3860,0	212222,478	8998176,65
01P16	Llanganuco	Pastizal	3857,8	212214,094	8998164,09
01P17	Llanganuco	Pastizal	3856,3	212204,37	8998169,99
01P18	Llanganuco	Pastizal	3853,5	212193,635	8998179,1
01P21	Llanganuco	Pastizal	3857,7	211962,736	8998267,42
01P22	Llanganuco	Pastizal	3855,7	211955,456	8998270,58
01P23	Llanganuco	Pastizal	3857,3	211946,908	8998280,8
01P24	Llanganuco	Pastizal	3858,4	211950,452	8998293,23
01P25	Llanganuco	Pastizal	3857,0	211959,928	8998291,08
01P26	Llanganuco	Pastizal	3859,1	211957,674	8998283,99
01P27	Llanganuco	Pastizal	3857,6	211967,563	8998284,83
01P28	Llanganuco	Pastizal	3857,8	211968,942	8998277,65
01P31	Llanganuco	Pastizal	3901,9	213211,323	8999136,1
01P32	Llanganuco	Pastizal	3901,9	213218,918	8999136,6
01P33	Llanganuco	Pastizal	3900,6	213218,651	8999142,9
01P34	Llanganuco	Pastizal	3901,6	213227,337	8999143,07
01P35	Llanganuco	Pastizal	3898,9	213222,876	8999151,67
01P36	Llanganuco	Pastizal	3899,4	213231,609	8999145,32
01P37	Llanganuco	Pastizal	3899,4	213226,604	8999153,92
01P38	Llanganuco	Pastizal	3900,9	213236,074	8999152,76
01P41	Llanganuco	Pastizal	3870,6	212299,995	8998365,91
01P42	Llanganuco	Pastizal	3867,7	212308,816	8998362,55
01P43	Llanganuco	Pastizal	3866,5	212316,903	8998370,35
01P44	Llanganuco	Pastizal	3863,4	212314,196	8998380,07
01P45	Llanganuco	Pastizal	3863,7	212306,886	8998370,72
01P46	Llanganuco	Pastizal	3862,1	212305,926	8998382,33
01P47	Llanganuco	Pastizal	3861,3	212296,64	8998373,41
01P48	Llanganuco	Pastizal	3861,4	212298,794	8998380,29
01C11	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3904,0	213076,48	8999039,4
01C12	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3904,9	213072,407	8999024,87
01C13	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3904,5	213071,341	8999019,22
01C14	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3907,3	213075,765	8999016,93
01C15	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3910,1	213088,869	8999014,37
01C16	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3910,2	213085,98	8999003,17
01C17	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3912,0	213095,461	8999000,36
01C18	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3914,7	213099,652	8998999,72
01C21	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3861,5	209212	8995470

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Altitud (m)	Coor E (m)	Coor N (m)
01C22	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3862,4	209221	8995463
01C23	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3861,1	209229	8995462
01C24	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3858,6	209217	8995455
01C25	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3859,1	209210	8995456
01C26	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3859,1	209213	8995448
01C27	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3859,1	209203	8995448
01C28	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3860,5	209198	8995456
01C31	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3841,9	209338,849	8996215,21
01C32	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3842,4	209348,545	8996198,01
01C33	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3841,9	209335,346	8996198,58
01C34	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3845,2	209347,096	8996185,61
01C35	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3848,1	209328,564	8996192,88
01C36	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3848,7	209340,174	8996185,11
01C37	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3847,9	209327,956	8996185,25
01C38	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3847,8	209324,6	8996178,8
01C41	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3836,2	208522	8995375,63
01C42	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3835,2	208513,161	8995380,1
01C43	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3833,3	208506,008	8995381,05
01C44	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3834,0	208498,773	8995376,79
01C45	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3834,7	208502,129	8995369,29
01C46	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3834,4	208506,048	8995360,47
01C47	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3836,0	208515,262	8995363,86
01C48	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	3838,9	208530,462	8995360,76
01Z11	Llanganuco	Plantación de queñual	3911,8	213263,042	8999365,78
01Z12	Llanganuco	Plantación de queñual	3912,1	213256,585	8999360,98
01Z13	Llanganuco	Plantación de queñual	3910,0	213262,794	8999354,05
01Z14	Llanganuco	Plantación de queñual	3909,7	213250,962	8999346,55
01Z15	Llanganuco	Plantación de queñual	3909,0	213262,873	8999343,09

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Altitud (m)	Coor E (m)	Coor N (m)
01Z16	Llanganuco	Plantación de queñual	3908,4	213259,155	8999339,41
01Z17	Llanganuco	Plantación de queñual	3907,3	213266,885	8999335,26
01Z18	Llanganuco	Plantación de queñual	3908,5	213258,442	8999332,11
01Z21	Llanganuco	Plantación de queñual	3907,1	213250,405	8999240,08
01Z22	Llanganuco	Plantación de queñual	3909,6	213235,77	8999240,2
01Z23	Llanganuco	Plantación de queñual	3909,5	213237,793	8999234,56
01Z24	Llanganuco	Plantación de queñual	3907,8	213242,72	8999222,54
01Z25	Llanganuco	Plantación de queñual	3908,8	213237,69	8999218,07
01Z26	Llanganuco	Plantación de queñual	3907,4	213235,864	8999212,97
01Z27	Llanganuco	Plantación de queñual	3906,7	213234,25	8999207,87
01Z28	Llanganuco	Plantación de queñual	3908,3	213230,614	8999208,18
01Z31	Llanganuco	Plantación de queñual	3846,9	208617,201	8995368,58
01Z32	Llanganuco	Plantación de queñual	3846,6	208627,095	8995369,76
01Z33	Llanganuco	Plantación de queñual	3848,4	208632,689	8995372,68
01Z34	Llanganuco	Plantación de queñual	3846,5	208621,104	8995377,03
01Z35	Llanganuco	Plantación de queñual	3847,1	208627	8995378
01Z36	Llanganuco	Plantación de queñual	3847,4	208631,088	8995381,08
01Z37	Llanganuco	Plantación de queñual	3847,0	208625,554	8995385,14
01Z38	Llanganuco	Plantación de queñual	3848,4	208643,483	8995385,82
01Z41	Llanganuco	Plantación de queñual	3835,3	208578,76	8995360,89
01Z42	Llanganuco	Plantación de queñual	3837,0	208583,144	8995362,8
01Z43	Llanganuco	Plantación de queñual	3836,9	208585,527	8995352,19
01Z44	Llanganuco	Plantación de queñual	3835,4	208573,115	8995349,78
01Z45	Llanganuco	Plantación de queñual	3836,3	208578,112	8995343,62
01Z46	Llanganuco	Plantación de queñual	3836,8	208583,551	8995337,45
01Z47	Llanganuco	Plantación de queñual	3837,0	208577,221	8995330,44
01Z48	Llanganuco	Plantación de queñual	3837,1	208584,554	8995335,14
02P11	Quillcayhuanca	Pastizal	3825,2	234635,134	8949122,52
02P12	Quillcayhuanca	Pastizal	3824,7	234630,804	8949129,35
02P13	Quillcayhuanca	Pastizal	3824,8	234617,228	8949123,17

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Altitud (m)	Coor E (m)	Coor N (m)
02P14	Quillcayhuanca	Pastizal	3824,9	234617,422	8949111,22
02P15	Quillcayhuanca	Pastizal	3825,7	234605,201	8949114,12
02P16	Quillcayhuanca	Pastizal	3828,0	234597,29	8949130,11
02P17	Quillcayhuanca	Pastizal	3830,2	234579,833	8949112,73
02P18	Quillcayhuanca	Pastizal	3830,2	234592,048	8949094,77
02P21	Quillcayhuanca	Pastizal	3829,4	234410,708	8948979,09
02P22	Quillcayhuanca	Pastizal	3830,0	234396,148	8948987,29
02P23	Quillcayhuanca	Pastizal	3830,2	234378,122	8948989,38
02P24	Quillcayhuanca	Pastizal	3831,0	234372,149	8948978,38
02P25	Quillcayhuanca	Pastizal	3832,3	234366,232	8948992,39
02P26	Quillcayhuanca	Pastizal	3832,2	234372,653	8949001,17
02P27	Quillcayhuanca	Pastizal	3831,8	234385,511	8949000,72
02P28	Quillcayhuanca	Pastizal	3830,8	234399,47	8948999,49
02P31	Quillcayhuanca	Pastizal	3836,8	234768,186	8949120,68
02P32	Quillcayhuanca	Pastizal	3836,2	234771,876	8949111,74
02P33	Quillcayhuanca	Pastizal	3838,4	234781,214	8949111,7
02P34	Quillcayhuanca	Pastizal	3838,8	234773,892	8949122,38
02P35	Quillcayhuanca	Pastizal	3839,9	234769,648	8949131,53
02P36	Quillcayhuanca	Pastizal	3840,6	234778,408	8949136,35
02P37	Quillcayhuanca	Pastizal	3839,5	234778,91	8949126,5
02P38	Quillcayhuanca	Pastizal	3838,4	234784,573	8949118,46
02P41	Quillcayhuanca	Pastizal	3838,4	234867,961	8949180,91
02P42	Quillcayhuanca	Pastizal	3840,9	234869,894	8949171,73
02P43	Quillcayhuanca	Pastizal	3838,0	234881,516	8949174,14
02P44	Quillcayhuanca	Pastizal	3836,8	234879,348	8949186,63
02P45	Quillcayhuanca	Pastizal	3837,7	234879,29	8949195,04
02P46	Quillcayhuanca	Pastizal	3838,9	234892,591	8949193,03
02P47	Quillcayhuanca	Pastizal	3838,0	234892,988	8949183,63
02P48	Quillcayhuanca	Pastizal	3837,0	234896,016	8949174,58
02E11	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3828,9	234667,452	8949009,1
02E12	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3828,7	234660,074	8949012,15
02E13	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3829,9	234656,71	8949021,86
02E14	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3830,0	234658,196	8949029,17
02E15	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3829,5	234664,08	8949020,03
02E16	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3830,2	234665,757	8949015,83
02E17	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3830,9	234667,463	8949023,37
02E18	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3832,4	234658,114	8949025,08
02E21	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3849,4	234678,906	8949068,82
02E22	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3849,5	234685,099	8949062,78
02E23	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3848,4	234690,347	8949050,97
02E24	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3848,1	234693,164	8949056,3
02E25	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3847,7	234690,287	8949059,6

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Altitud (m)	Coor E (m)	Coor N (m)
02E26	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3848,0	234692,505	8949071,68
02E27	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3848,4	234693,432	8949065,38
02E28	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3847,0	234697,441	8949057
02E31	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3847,2	234728,289	8949060,86
02E32	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3847,4	234729,536	8949055,01
02E33	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3847,8	234728,966	8949041,61
02E34	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3847,7	234736,318	8949043,77
02E35	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3848,1	234738,013	8949052,96
02E36	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3847,4	234739,162	8949061,16
02E37	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3845,3	234743,701	8949055,89
02E38	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3846,1	234741,675	8949046,68
02E41	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3830,9	234752,324	8949110,94
02E42	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3834,3	234762,995	8949093,86
02E43	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3834,4	234752,237	8949091,57
02E44	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3834,9	234748,002	8949100,73
02E45	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3834,6	234745,865	8949107,46
02E46	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3834,9	234740,948	8949103,45
02E47	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3835,0	234742,325	8949096,15
02E48	Quillcayhuanca	Plantación mixta	3835,3	234746,32	8949089,76
02Z11	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3827,6	234671	8949119
02Z12	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3828,1	234663,861	8949130,79
02Z13	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826,2	234662,269	8949122,59
02Z14	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3825,2	234653,588	8949123,65
02Z15	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826,3	234659,795	8949115,61
02Z16	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3825,8	234652,896	8949112,02
02Z17	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3825,5	234646,796	8949104,57
02Z18	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3825,5	234643,007	8949111,84
02Z21	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3846,6	234612,042	8949030,96

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Altitud (m)	Coor E (m)	Coor N (m)
02Z22	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3846,2	234603,429	8949038,08
02Z23	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3845,4	234603,278	8949028,01
02Z24	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3843,8	234592,387	8949030,26
02Z25	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3844,8	234583,098	8949023,44
02Z26	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3844,3	234581,516	8949029,74
02Z27	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3843,2	234573,045	8949031,01
02Z28	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3842,6	234575,834	8949024,51
02Z31	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3827,5	234608,058	8948956,45
02Z32	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3829,0	234600,439	8948962,38
02Z33	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3828,1	234598,101	8948951,62
02Z34	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3828,5	234587,64	8948954,32
02Z35	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3828,9	234584,183	8948961,6
02Z36	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3829,1	234585,532	8948972,78
02Z37	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3829,4	234573,721	8948965,72
02Z38	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3829,1	234569,816	8948957,84
02Z41	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234512	8949050
02Z42	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234524	8949066
02Z43	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234575	8949072
02Z44	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234579	8949058
02Z45	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234608	8949073
02Z46	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234611	8949081
02Z47	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234622	8949079
02Z48	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	3826	234624	8949086

Anexo 3. Resultados del muestreo de suelos por tipo de cobertura vegetal

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm ³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
01P11	Llanganuco	Pastizal	0,87	61	32	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	8,85	2,8
01P12	Llanganuco	Pastizal	0,85	71	22	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	8,13	2,1
01P13	Llanganuco	Pastizal	0,79	65	30	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	10,60	2,5
01P14	Llanganuco	Pastizal	1,11	67	26	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,25	1,9
01P15	Llanganuco	Pastizal	0,90	61	32	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	15,16	2,4
01P16	Llanganuco	Pastizal	0,72	69	24	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,91	2,5
01P17	Llanganuco	Pastizal	0,80	61	30	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,96	2,1
01P18	Llanganuco	Pastizal	0,78	59	30	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	10,80	2,9
01P21	Llanganuco	Pastizal	1,10	39	50	11	Franco Limoso (Fr.L.)	6,90	2,1
01P22	Llanganuco	Pastizal	1,19	45	48	7	Franco (Fr.)	6,51	2,7
01P23	Llanganuco	Pastizal	1,17	45	48	7	Franco (Fr.)	6,51	3,5
01P24	Llanganuco	Pastizal	1,03	49	46	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	6,31	2,2
01P25	Llanganuco	Pastizal	1,04	45	48	7	Franco (Fr.)	5,86	2,9
01P26	Llanganuco	Pastizal	1,14	45	50	5	Franco Limoso (Fr.L.)	5,27	2,9
01P27	Llanganuco	Pastizal	1,00	47	50	3	Franco Limoso (Fr.L.)	4,62	2,5
01P28	Llanganuco	Pastizal	1,11	47	46	7	Franco (Fr.)	6,38	2,5
01P31	Llanganuco	Pastizal	0,86	73	22	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	20,04	1,3
01P32	Llanganuco	Pastizal	1,04	63	34	3	Franco Arenoso (Fr.A.)	8,20	2,1
01P33	Llanganuco	Pastizal	0,92	53	40	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	10,86	2,2

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
01P34	Llanganuco	Pastizal	1,02	65	28	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	7,81	2,5
01P35	Llanganuco	Pastizal	1,05	55	38	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,38	2,7
01P36	Llanganuco	Pastizal	1,12	63	32	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	6,64	2,1
01P37	Llanganuco	Pastizal	1,04	61	32	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	8,59	2,9
01P38	Llanganuco	Pastizal	0,98	49	46	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	9,82	2,0
01P41	Llanganuco	Pastizal	0,64	73	22	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,78	3,8
01P42	Llanganuco	Pastizal	0,71	51	40	9	Franco (Fr.)	15,87	3,5
01P43	Llanganuco	Pastizal	0,77	47	44	9	Franco (Fr.)	14,44	3,2
01P44	Llanganuco	Pastizal	0,65	55	38	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,57	3,0
01P45	Llanganuco	Pastizal	0,75	53	40	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,39	3,2
01P46	Llanganuco	Pastizal	0,79	55	38	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,44	4,7
01P47	Llanganuco	Pastizal	0,79	57	36	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	12,82	3,6
01P48	Llanganuco	Pastizal	0,72	63	32	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,01	2,6
01C11	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,63	75	22	3	Arena Franca (A.Fr.)	15,81	6,3
01C12	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,27	81	16	3	Arena Franca (A.Fr.)	4,81	3,8
01C13	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,13	79	18	3	Arena Franca (A.Fr.)	4,68	5,4
01C14	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,80	77	20	3	Arena Franca (A.Fr.)	10,34	4,5
01C15	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,31	75	22	3	Arena Franca (A.Fr.)	4,49	3,3
01C16	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,28	73	22	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	30,06	5,8
01C17	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,38	69	26	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	30,45	7,5

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
01C18	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,34	65	30	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	19,00	5,4
01C21	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,88	75	22	3	Arena Franca (A.Fr.)	7,68	4,6
01C22	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,77	75	22	3	Arena Franca (A.Fr.)	5,46	3,2
01C23	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,75	85	12	3	Arena Franca (A.Fr.)	4,94	4,6
01C24	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,94	79	16	5	Arena Franca (A.Fr.)	7,61	4,4
01C25	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,47	77	20	3	Arena Franca (A.Fr.)	8,07	3,1
01C26	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,72	79	16	5	Arena Franca (A.Fr.)	12,23	6,7
01C27	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,11	81	16	3	Arena Franca (A.Fr.)	9,11	3,5
01C28	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,88	77	20	3	Arena Franca (A.Fr.)	6,12	3,5
01C31	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,75	83	14	3	Arena Franca (A.Fr.)	15,42	4,6
01C32	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,93	73	24	3	Franco Arenoso (Fr.A.)	19,91	4,9
01C33	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,38	77	20	3	Arena Franca (A.Fr.)	9,50	3,4
01C34	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,81	79	18	3	Arena Franca (A.Fr.)	23,81	5,8
01C35	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,88	79	16	5	Arena Franca (A.Fr.)	22,51	4,0
01C36	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,57	81	16	3	Arena Franca (A.Fr.)	8,07	1,8
01C37	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,14	77	18	5	Arena Franca (A.Fr.)	26,80	3,8
01C38	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	2,02	81	14	5	Arena Franca (A.Fr.)	14,51	4,4
01C41	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,81	75	20	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	6,44	3,0
01C42	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,03	67	28	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	7,48	1,9

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
01C43	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,97	69	26	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	6,51	1,9
01C44	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,06	65	30	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	4,42	3,8
01C45	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	1,09	88	9	3	Arena (A.)	8,26	2,3
01C46	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,75	74	23	3	Arena Franca (A.Fr.)	10,28	0,8
01C47	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,93	76	23	1	Arena Franca (A.Fr.)	7,03	1,8
01C48	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	0,85	74	23	3	Arena Franca (A.Fr.)	8,00	2,4
01Z11	Llanganuco	Plantación de queñual	0,89	72	23	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	15,42	1,8
01Z12	Llanganuco	Plantación de queñual	0,66	82	15	3	Arena Franca (A.Fr.)	24,59	3,8
01Z13	Llanganuco	Plantación de queñual	0,72	68	25	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,91	2,3
01Z14	Llanganuco	Plantación de queñual	0,77	66	27	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	19,65	1,9
01Z15	Llanganuco	Plantación de queñual	0,98	72	23	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,92	0,9
01Z16	Llanganuco	Plantación de queñual	0,91	72	21	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	17,44	2,2
01Z17	Llanganuco	Plantación de queñual	0,82	70	23	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,52	2,2
01Z18	Llanganuco	Plantación de queñual	0,70	70	23	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	20,17	1,8
01Z21	Llanganuco	Plantación de queñual	0,79	74	23	3	Arena Franca (A.Fr.)	17,04	2,6
01Z22	Llanganuco	Plantación de queñual	0,56	74	25	1	Arena Franca (A.Fr.)	22,90	1,8
01Z23	Llanganuco	Plantación de queñual	1,19	70	27	3	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,83	2,1
01Z24	Llanganuco	Plantación de queñual	0,94	62	33	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,96	1,9
01Z25	Llanganuco	Plantación de queñual	1,00	62	33	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	15,74	2,5

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm ³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
01Z26	Llanganuco	Plantación de queñual	0,95	66	29	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,52	1,8
01Z27	Llanganuco	Plantación de queñual	0,87	76	19	5	Arena Franca (A.Fr.)	19,52	2,5
01Z28	Llanganuco	Plantación de queñual	0,70	76	21	3	Arena Franca (A.Fr.)	24,72	2,9
01Z31	Llanganuco	Plantación de queñual	0,90	84	15	1	Arena Franca (A.Fr.)	9,24	2,3
01Z32	Llanganuco	Plantación de queñual	1,25	80	19	1	Arena Franca (A.Fr.)	7,74	3,2
01Z33	Llanganuco	Plantación de queñual	1,27	90	9	1	Arena (A.)	4,42	2,7
01Z34	Llanganuco	Plantación de queñual	0,97	86	11	3	Arena Franca (A.Fr.)	7,35	2,7
01Z35	Llanganuco	Plantación de queñual	1,34	78	19	3	Arena Franca (A.Fr.)	3,97	1,5
01Z36	Llanganuco	Plantación de queñual	1,04	80	17	3	Arena Franca (A.Fr.)	5,86	3,4
01Z37	Llanganuco	Plantación de queñual	1,29	82	15	3	Arena Franca (A.Fr.)	4,94	2,3
01Z38	Llanganuco	Plantación de queñual	1,00	76	21	3	Arena Franca (A.Fr.)	7,35	3,6
01Z41	Llanganuco	Plantación de queñual	1,05	76	21	3	Arena Franca (A.Fr.)	6,57	1,7
01Z42	Llanganuco	Plantación de queñual	0,78	74	23	3	Arena Franca (A.Fr.)	6,05	1,0
01Z43	Llanganuco	Plantación de queñual	1,00	72	25	3	Franco Arenoso (Fr.A.)	5,40	2,6
01Z44	Llanganuco	Plantación de queñual	0,98	76	23	1	Arena Franca (A.Fr.)	6,25	1,7
01Z45	Llanganuco	Plantación de queñual	0,92	80	17	3	Arena Franca (A.Fr.)	6,96	4,0
01Z46	Llanganuco	Plantación de queñual	0,81	76	21	3	Arena Franca (A.Fr.)	10,60	5,9
01Z47	Llanganuco	Plantación de queñual	1,00	70	25	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	8,00	3,1
01Z48	Llanganuco	Plantación de queñual	0,77	78	19	3	Arena Franca (A.Fr.)	9,69	2,8

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
02P11	Quillcayhuanca	Pastizal	0,33	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	50,74	0,9
02P12	Quillcayhuanca	Pastizal	0,23	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	36,95	1,2
02P13	Quillcayhuanca	Pastizal	0,38	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	45,80	1,4
02P14	Quillcayhuanca	Pastizal	0,26	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	59,07	1,1
02P15	Quillcayhuanca	Pastizal	0,43	84	11	5	Arena Franca (A.Fr.)	26,28	1,0
02P16	Quillcayhuanca	Pastizal	0,34	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	53,61	1,1
02P17	Quillcayhuanca	Pastizal	0,20	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	53,09	0,9
02P18	Quillcayhuanca	Pastizal	0,13	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	59,07	2,0
02P21	Quillcayhuanca	Pastizal	0,72	66	27	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	21,21	2,1
02P22	Quillcayhuanca	Pastizal	0,60	70	25	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	24,46	1,8
02P23	Quillcayhuanca	Pastizal	0,65	74	23	3	Arena Franca (A.Fr.)	25,50	1,1
02P24	Quillcayhuanca	Pastizal	0,76	68	29	3	Franco Arenoso (Fr.A.)	17,04	1,7
02P25	Quillcayhuanca	Pastizal	0,66	78	21	1	Arena Franca (A.Fr.)	15,48	2,0
02P26	Quillcayhuanca	Pastizal	0,31	0	0	0	Materia Orgánica (MO)	46,06	1,7
02P27	Quillcayhuanca	Pastizal	0,62	80	17	3	Arena Franca (A.Fr.)	22,38	1,6
02P28	Quillcayhuanca	Pastizal	0,39	72	23	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	25,76	2,9
02P31	Quillcayhuanca	Pastizal	1,05	46	39	15	Franco (Fr.)	10,08	2,3
02P32	Quillcayhuanca	Pastizal	0,92	50	35	15	Franco (Fr.)	11,97	2,2
02P33	Quillcayhuanca	Pastizal	1,02	54	37	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,06	2,4
02P34	Quillcayhuanca	Pastizal	0,90	58	31	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,32	2,0

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm ³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
02P35	Quillcayhuanca	Pastizal	1,01	58	33	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,25	2,2
02P36	Quillcayhuanca	Pastizal	0,92	46	39	15	Franco (Fr.)	10,47	1,3
02P37	Quillcayhuanca	Pastizal	0,74	66	27	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,65	2,5
02P38	Quillcayhuanca	Pastizal	0,90	68	27	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,53	2,0
02P41	Quillcayhuanca	Pastizal	0,81	42	41	17	Franco (Fr.)	11,19	1,2
02P42	Quillcayhuanca	Pastizal	1,04	38	43	19	Franco (Fr.)	9,17	0,7
02P43	Quillcayhuanca	Pastizal	0,88	44	43	13	Franco (Fr.)	11,58	0,9
02P44	Quillcayhuanca	Pastizal	0,90	40	41	19	Franco (Fr.)	6,31	1,5
02P45	Quillcayhuanca	Pastizal	0,91	62	29	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	12,82	1,2
02P46	Quillcayhuanca	Pastizal	0,98	58	35	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	10,47	1,2
02P47	Quillcayhuanca	Pastizal	0,70	66	29	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,40	1,1
02P48	Quillcayhuanca	Pastizal	0,83	66	27	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,84	0,6
02E11	Quillcayhuanca	Plantación mixta	1,03	68	27	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	10,54	5,4
02E12	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,78	62	31	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	15,87	3,9
02E13	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,64	62	33	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,26	6,1
02E14	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,68	60	35	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	12,62	6,2
02E15	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,75	72	23	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,96	3,0
02E16	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,84	74	21	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,70	3,4
02E17	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,79	72	23	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	12,75	3,7
02E18	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,82	66	27	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,27	3,2
02E21	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,68	72	23	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,31	4,7

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
02E22	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,77	70	25	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,45	2,8
02E23	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,76	62	31	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,84	5,4
02E24	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,81	60	33	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,14	10,1
02E25	Quillcayhuanca	Plantación mixta	1,02	66	29	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	7,42	4,7
02E26	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,86	66	25	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,97	6,6
02E27	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,81	52	39	9	Franco (Fr.)	9,43	7,2
02E28	Quillcayhuanca	Plantación mixta	1,00	48	39	13	Franco (Fr.)	11,19	4,2
02E31	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,83	48	41	11	Franco (Fr.)	12,36	6,5
02E32	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,76	70	23	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	15,94	7,5
02E33	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,82	74	21	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,98	6,3
02E34	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,67	54	35	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	18,48	3,2
02E35	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,67	54	35	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	17,83	7,2
02E36	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,90	48	37	15	Franco (Fr.)	14,05	4,4
02E37	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,70	56	33	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,52	6,8
02E38	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,68	56	33	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	12,36	6,6
02E41	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,77	68	25	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	15,81	4,0
02E42	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,80	66	29	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	12,17	6,3
02E43	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,88	60	29	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	9,89	7,1
02E44	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,71	74	21	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,19	7,1
02E45	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,81	46	39	15	Franco (Fr.)	7,68	6,1
02E46	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,72	54	37	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	9,04	9,5

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
02E47	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,38	62	31	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,27	6,4
02E48	Quillcayhuanca	Plantación mixta	0,85	60	31	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,99	4,4
02Z11	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,62	56	35	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,57	1,6
02Z12	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,67	80	17	3	Arena Franca (A.Fr.)	13,66	4,8
02Z13	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,50	72	23	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	21,86	3,5
02Z14	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,56	78	19	3	Arena Franca (A.Fr.)	22,51	2,0
02Z15	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,77	72	21	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,12	1,8
02Z16	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,75	56	33	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,57	2,9
02Z17	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,69	60	29	11	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,27	1,9
02Z18	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,64	64	27	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	19,65	2,1
02Z21	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,60	74	19	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	17,83	7,4
02Z22	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,49	74	21	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	17,70	4,5
02Z23	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,54	68	27	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	17,44	7,2
02Z24	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,61	66	29	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	12,62	5,3
02Z25	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,65	58	35	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	17,17	6,0
02Z26	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,66	78	19	3	Arena Franca (A.Fr.)	9,24	8,3
02Z27	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,70	62	31	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,53	8,7
02Z28	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,75	62	33	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,71	7,3
02Z31	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,76	56	35	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,27	2,2

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Densidad Aparente (g/cm ³)	Arena* (%)	Limo* (%)	Arcilla* (%)	Textura*	M.O* (%)	Horizonte orgánico (cm)
02Z32	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,86	60	35	5	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,45	2,4
02Z33	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,81	58	33	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,83	3,0
02Z34	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,47	68	23	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	23,16	7,5
02Z35	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,70	68	29	3	Franco Arenoso (Fr.A.)	13,27	6,1
02Z36	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,87	62	29	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,58	7,1
02Z37	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,74	80	15	5	Arena Franca (A.Fr.)	14,18	3,5
02Z38	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	1,02	56	37	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	10,15	2,8
02Z41	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,99	42	45	13	Franco (Fr.)	8,20	3,9
02Z42	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	1,03	56	35	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	11,06	3,7
02Z43	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,77	68	23	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	14,57	3,7
02Z44	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,63	52	35	13	Franco (Fr.)	11,97	2,0
02Z45	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,58	70	21	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,78	2,7
02Z46	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,56	62	29	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,78	2,6
02Z47	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,90	68	25	7	Franco Arenoso (Fr.A.)	8,33	1,9
02Z48	Quillcayhuanca	Plantación de queñual	0,46	62	29	9	Franco Arenoso (Fr.A.)	16,00	3,5

*. Resultados obtenidos en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (UNALM) (HR: 75069)

Anexo 4. Resultados de los ensayos de infiltración para determinar la conductividad hidráulica saturada en campo

Punto	Valle	Cobertura vegetal	V: volumen agua infiltrada (cm ³)	A: área de superficie infiltrada (cm ²)	D: Profundidad del agua (cm) = V/A	Contenido de humedad inicial (θ_i)	Tiempo de infiltración (horas)	Contenido de humedad final (θ_f)	$\Delta\theta$	α^* (cm ⁻¹)	K_{fs} (cm/h)
01P11	Llanganuco	Pastizal	233,72	93,31	2,50	0,53	2,00	0,67	0,14	0,12	0,56
01P12	Llanganuco	Pastizal	131,07	93,31	1,40	0,53	1,88	0,68	0,15	0,12	0,24
01P13	Llanganuco	Pastizal	261,71	93,31	2,80	0,52	1,82	0,70	0,18	0,12	0,63
01P14	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,51	1,30	0,58	0,07	0,12	2,67
01P15	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,54	1,43	0,66	0,12	0,12	2,06
01P16	Llanganuco	Pastizal	205,72	93,31	2,20	0,49	1,42	0,73	0,24	0,12	0,48
01P17	Llanganuco	Pastizal	93,75	93,31	1,00	0,56	1,28	0,70	0,14	0,12	0,21
01P18	Llanganuco	Pastizal	205,72	93,31	2,20	0,53	1,18	0,71	0,18	0,12	0,69
01P21	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,38	0,39	0,59	0,21	0,12	6,22
01P22	Llanganuco	Pastizal	187,06	93,31	2,00	0,34	1,44	0,55	0,21	0,12	0,44
01P23	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,29	1,15	0,56	0,26	0,12	1,87
01P24	Llanganuco	Pastizal	215,05	93,31	2,30	0,48	1,27	0,61	0,13	0,12	0,80
01P25	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,33	1,06	0,61	0,28	0,12	1,98
01P26	Llanganuco	Pastizal	205,72	93,31	2,20	0,43	1,12	0,57	0,14	0,12	0,82
01P27	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,43	0,27	0,62	0,20	0,12	9,10
01P28	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,38	0,54	0,58	0,21	0,12	4,47
01P31	Llanganuco	Pastizal	47,09	93,31	0,50	0,60	2,97	0,67	0,08	0,12	0,04
01P32	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,45	1,67	0,61	0,16	0,12	1,61
01P33	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,50	1,96	0,65	0,16	0,12	1,37
01P34	Llanganuco	Pastizal	327,03	93,31	3,50	0,49	2,60	0,62	0,13	0,12	0,70
01P35	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,42	0,52	0,60	0,18	0,12	4,85
01P36	Llanganuco	Pastizal	317,70	93,31	3,40	0,46	2,33	0,58	0,12	0,12	0,77
01P37	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,41	0,46	0,61	0,19	0,12	5,43
01P38	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,41	1,85	0,63	0,22	0,12	1,27
01P41	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,39	0,10	0,76	0,36	0,12	18,78
01P42	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,26	0,11	0,73	0,47	0,12	14,12
01P43	Llanganuco	Pastizal	0,43	93,31	0,00	0,40	0,25	0,71	0,31	0,12	0,00
01P44	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,37	0,26	0,76	0,38	0,12	6,79
01P45	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,45	0,24	0,72	0,26	0,12	9,17
01P46	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,30	0,21	0,70	0,40	0,12	8,07
01P47	Llanganuco	Pastizal	280,37	93,31	3,00	0,48	1,24	0,70	0,22	0,12	0,92
01P48	Llanganuco	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,33	0,39	0,73	0,39	0,12	4,48

Punto	Valle	Cobertura vegetal	V: volumen agua infiltrada (cm ³)	A: área de superficie infiltrada (cm ²)	D: Profundidad del agua (cm) = V/A	Contenido de humedad inicial (θ_i)	Tiempo de infiltración (horas)	Contenido de humedad final (θ_f)	$\Delta\theta$	α^* (cm ⁻¹)	K_{fs} (cm/h)
01C11	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,13	0,53	0,76	0,63	0,12	2,44
01C12	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,16	1,75	0,52	0,36	0,12	1,05
01C13	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,09	0,88	0,57	0,49	0,12	1,75
01C14	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,11	0,12	0,70	0,59	0,12	11,26
01C15	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,13	0,95	0,51	0,37	0,12	1,90
01C16	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,13	0,57	0,90	0,77	0,12	1,99
01C17	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,15	0,15	0,86	0,71	0,12	8,00
01C18	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,15	0,80	0,87	0,73	0,12	1,47
01C21	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	0,25	0,67	0,57	0,12	5,45
01C22	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	1,09	0,71	0,61	0,12	1,22
01C23	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,08	0,10	0,72	0,64	0,12	13,09
01C24	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	0,15	0,64	0,55	0,12	9,76
01C25	Llanganuco	Nativo	187,06	93,31	2,00	0,10	0,95	0,82	0,73	0,12	0,27
01C26	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	0,20	0,73	0,63	0,12	6,40
01C27	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	0,11	0,58	0,48	0,12	14,40
01C28	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,09	0,27	0,67	0,58	0,12	5,20
01C31	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	0,14	0,72	0,61	0,12	9,28
01C32	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	0,06	0,65	0,55	0,12	24,31
01C33	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,18	0,60	0,48	0,30	0,12	3,35
01C34	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,14	0,37	0,70	0,56	0,12	3,82
01C35	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,10	0,06	0,67	0,57	0,12	24,21
01C36	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,17	0,19	0,41	0,24	0,12	11,70
01C37	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,43	0,14	0,57	0,15	0,12	19,55
01C38	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,08	0,08	0,24	0,16	0,12	32,65
01C41	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,12	0,03	0,69	0,57	0,12	47,02
01C42	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,15	0,16	0,61	0,46	0,12	9,75
01C43	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,15	0,07	0,63	0,48	0,12	22,01
01C44	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,15	0,09	0,60	0,45	0,12	17,35
01C45	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,13	0,07	0,59	0,46	0,12	22,08
01C46	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,18	0,06	0,72	0,54	0,12	24,43
01C47	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,11	0,05	0,65	0,54	0,12	31,89
01C48	Llanganuco	Nativo	467,00	93,31	5,00	0,11	0,03	0,68	0,57	0,12	41,64
01Z11	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,29	0,62	0,66	0,37	0,12	2,90
01Z12	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,19	0,16	0,75	0,56	0,12	8,83
01Z13	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,19	0,08	0,73	0,54	0,12	18,57
01Z14	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,30	0,40	0,71	0,41	0,12	4,21

Punto	Valle	Cobertura vegetal	V: volumen agua infiltrada (cm ³)	A: área de superficie infiltrada (cm ²)	D: Profundidad del agua (cm) = V/A	Contenido de humedad inicial (θ_i)	Tiempo de infiltración (horas)	Contenido de humedad final (θ_f)	$\Delta\theta$	α^* (cm ⁻¹)	K_{fs} (cm/h)
01Z15	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,23	0,45	0,63	0,40	0,12	3,81
01Z16	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,18	0,24	0,66	0,47	0,12	6,49
01Z17	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,21	0,36	0,69	0,49	0,12	4,26
01Z18	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,26	0,25	0,74	0,48	0,12	6,29
01Z21	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,13	0,28	0,70	0,57	0,12	5,01
01Z22	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,22	0,11	0,79	0,57	0,12	12,56
01Z23	Llanganuco	Queñual	373,69	93,31	4,00	0,20	2,00	0,55	0,35	0,12	0,66
01Z24	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,22	0,32	0,64	0,43	0,12	5,10
01Z25	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,34	1,19	0,62	0,28	0,12	1,75
01Z26	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,16	0,21	0,64	0,49	0,12	7,42
01Z27	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,15	0,76	0,67	0,53	0,12	1,94
01Z28	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,16	0,23	0,74	0,57	0,12	6,01
01Z31	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,08	0,86	0,66	0,58	0,12	1,60
01Z32	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,08	0,20	0,53	0,45	0,12	8,03
01Z33	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,11	0,49	0,52	0,41	0,12	3,45
01Z34	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,07	0,08	0,63	0,56	0,12	17,67
01Z35	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,11	2,39	0,49	0,39	0,12	0,73
01Z36	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,08	0,76	0,61	0,53	0,12	1,93
01Z37	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,07	0,52	0,51	0,44	0,12	3,16
01Z38	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,08	0,23	0,62	0,54	0,12	6,17
01Z41	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,14	0,10	0,60	0,46	0,12	15,35
01Z42	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,17	0,19	0,70	0,54	0,12	7,58
01Z43	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,14	0,04	0,62	0,49	0,12	36,38
01Z44	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,10	0,06	0,63	0,52	0,12	24,34
01Z45	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,11	0,04	0,65	0,54	0,12	36,99
01Z46	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,10	0,30	0,69	0,59	0,12	4,59
01Z47	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,12	0,10	0,62	0,50	0,12	14,87
01Z48	Llanganuco	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,41	0,42	0,71	0,30	0,12	4,73
02P11	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,66	0,49	0,88	0,22	0,12	4,76
02P12	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,67	1,49	0,91	0,24	0,12	1,51
02P13	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,66	2,00	0,86	0,19	0,12	1,24
02P14	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,67	2,54	0,90	0,23	0,12	0,91
02P15	Quillcayhuanca	Pastizal	327,03	93,31	3,50	0,57	3,80	0,84	0,27	0,12	0,34
02P16	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,70	1,81	0,87	0,17	0,12	1,43
02P17	Quillcayhuanca	Pastizal	84,42	93,31	0,90	0,65	2,06	0,92	0,28	0,12	0,07
02P18	Quillcayhuanca	Pastizal	93,75	93,31	1,00	0,72	1,38	0,95	0,24	0,12	0,14

Punto	Valle	Cobertura vegetal	V: volumen agua infiltrada (cm ³)	A: área de superficie infiltrada (cm ²)	D: Profundidad del agua (cm) = V/A	Contenido de humedad inicial (θ_i)	Tiempo de infiltración (horas)	Contenido de humedad final (θ_f)	$\Delta\theta$	α^* (cm ⁻¹)	K_{fs} (cm/h)
02P21	Quillcayhuanca	Pastizal	317,70	93,31	3,40	0,58	2,37	0,73	0,15	0,12	0,69
02P22	Quillcayhuanca	Pastizal	299,04	93,31	3,20	0,58	2,26	0,77	0,19	0,12	0,60
02P23	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,57	1,19	0,75	0,19	0,12	2,09
02P24	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,42	1,03	0,71	0,29	0,12	1,99
02P25	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,42	0,19	0,75	0,33	0,12	10,24
02P26	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,40	0,25	0,88	0,48	0,12	6,10
02P27	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,58	0,30	0,76	0,19	0,12	8,33
02P28	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,58	0,99	0,85	0,27	0,12	2,15
02P31	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,23	0,28	0,60	0,38	0,12	6,38
02P32	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,19	0,17	0,65	0,46	0,12	9,40
02P33	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,24	0,40	0,62	0,38	0,12	4,46
02P34	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,32	0,11	0,66	0,34	0,12	16,74
02P35	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,20	0,10	0,62	0,42	0,12	17,19
02P36	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,21	2,03	0,65	0,44	0,12	0,81
02P37	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,25	0,07	0,72	0,47	0,12	23,22
02P38	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,23	0,32	0,66	0,43	0,12	5,23
02P41	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,32	0,10	0,70	0,37	0,12	18,94
02P42	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,27	0,57	0,61	0,34	0,12	3,33
02P43	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,36	0,12	0,67	0,31	0,12	16,46
02P44	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,36	2,18	0,66	0,30	0,12	0,92
02P45	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,21	0,39	0,66	0,44	0,12	4,19
02P46	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,20	0,58	0,63	0,43	0,12	2,82
02P47	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,21	2,54	0,74	0,53	0,12	0,58
02P48	Quillcayhuanca	Pastizal	467,00	93,31	5,00	0,26	0,09	0,69	0,43	0,12	19,22
02E11	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,17	0,04	0,61	0,44	0,12	46,17
02E12	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,19	0,12	0,71	0,51	0,12	12,35
02E13	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,17	0,16	0,76	0,59	0,12	8,42
02E14	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,15	0,14	0,74	0,59	0,12	10,00
02E15	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,16	0,07	0,72	0,56	0,12	21,07
02E16	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,19	0,04	0,68	0,49	0,12	34,93
02E17	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,20	0,08	0,70	0,50	0,12	18,96
02E18	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,20	0,09	0,69	0,49	0,12	16,48
02E21	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,17	0,05	0,74	0,58	0,12	25,33
02E22	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,22	0,08	0,71	0,49	0,12	19,81
02E23	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,22	0,02	0,71	0,50	0,12	75,90
02E24	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,19	0,05	0,69	0,50	0,12	32,19

Punto	Valle	Cobertura vegetal	V: volumen agua infiltrada (cm ³)	A: área de superficie infiltrada (cm ²)	D: Profundidad del agua (cm) = V/A	Contenido de humedad inicial (θ_i)	Tiempo de infiltración (horas)	Contenido de humedad final (θ_f)	$\Delta\theta$	α^* (cm ⁻¹)	K_{fs} (cm/h)
02E25	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,19	1,39	0,62	0,42	0,12	1,20
02E26	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,21	0,03	0,68	0,47	0,12	58,23
02E27	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,19	0,69	0,70	0,51	0,12	2,16
02E28	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,21	0,07	0,62	0,42	0,12	23,80
02E31	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,22	0,08	0,69	0,46	0,12	19,85
02E32	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,28	0,05	0,71	0,43	0,12	36,68
02E33	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,28	0,03	0,69	0,41	0,12	50,86
02E34	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,34	1,62	0,75	0,41	0,12	1,05
02E35	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,26	1,63	0,75	0,49	0,12	0,94
02E36	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,20	0,09	0,66	0,46	0,12	17,70
02E37	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,26	0,22	0,73	0,47	0,12	7,13
02E38	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,30	0,31	0,74	0,45	0,12	5,29
02E41	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,18	0,02	0,71	0,53	0,12	63,29
02E42	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,20	0,11	0,70	0,50	0,12	13,89
02E43	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,20	0,07	0,67	0,47	0,12	22,10
02E44	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,18	0,10	0,73	0,55	0,12	14,15
02E45	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,17	0,07	0,69	0,52	0,12	20,70
02E46	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,17	0,02	0,73	0,56	0,12	70,52
02E47	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,22	0,04	0,86	0,64	0,12	35,21
02E48	Quillcayhuanca	Mixto	467,00	93,31	5,00	0,22	0,07	0,68	0,46	0,12	21,96
02Z11	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,37	0,78	0,77	0,40	0,12	2,20
02Z12	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,17	1,85	0,75	0,57	0,12	0,75
02Z13	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,32	0,03	0,81	0,50	0,12	44,77
02Z14	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,43	0,62	0,79	0,35	0,12	2,97
02Z15	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,42	0,11	0,71	0,29	0,12	18,26
02Z16	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,40	0,23	0,72	0,32	0,12	8,36
02Z17	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,23	0,24	0,74	0,51	0,12	6,25
02Z18	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,25	1,95	0,76	0,51	0,12	0,76
02Z21	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,22	1,04	0,77	0,56	0,12	1,36
02Z22	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,20	0,23	0,82	0,61	0,12	5,81
02Z23	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,19	0,08	0,80	0,60	0,12	15,86
02Z24	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,21	0,49	0,77	0,56	0,12	2,88
02Z25	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,17	1,57	0,76	0,59	0,12	0,87
02Z26	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,16	0,38	0,75	0,60	0,12	3,53
02Z27	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,20	0,07	0,73	0,53	0,12	19,87
02Z28	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,18	0,87	0,72	0,54	0,12	1,65

Punto	Valle	Cobertura vegetal	V: volumen agua infiltrada (cm ³)	A: área de superficie infiltrada (cm ²)	D: Profundidad del agua (cm) = V/A	Contenido de humedad inicial (θ_i)	Tiempo de infiltración (horas)	Contenido de humedad final (θ_f)	$\Delta\theta$	α^* (cm ⁻¹)	K_{fs} (cm/h)
02Z31	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,25	0,15	0,71	0,46	0,12	10,33
02Z32	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,17	0,22	0,67	0,50	0,12	6,79
02Z33	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,23	0,07	0,69	0,47	0,12	23,48
02Z34	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,26	0,07	0,82	0,56	0,12	19,25
02Z35	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,36	0,25	0,73	0,38	0,12	7,07
02Z36	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,22	0,07	0,67	0,45	0,12	24,56
02Z37	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,27	0,02	0,72	0,45	0,12	79,97
02Z38	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,30	0,19	0,62	0,32	0,12	10,50
02Z41	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,33	0,12	0,63	0,30	0,12	17,21
02Z42	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,33	0,35	0,61	0,28	0,12	5,90
02Z43	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,25	0,36	0,71	0,46	0,12	4,35
02Z44	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,23	0,34	0,76	0,53	0,12	4,32
02Z45	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,30	0,69	0,78	0,48	0,12	2,25
02Z46	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,24	0,44	0,79	0,54	0,12	3,24
02Z47	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,29	0,15	0,66	0,37	0,12	11,96
02Z48	Quillcayhuanca	Queñual	467,00	93,31	5,00	0,20	0,93	0,83	0,62	0,12	1,41

Anexo 5. Resultados de la riqueza de especies, índice de Shannon, índice de diversidad de Simpson, área basal y densidad arbórea

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP \bar{x} (m)	Área Basal (m ² /ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
01P11	Llanganuco	Pastizal	8	1,54	0,73	0,00	0,00	0	0,00
01P12	Llanganuco	Pastizal	11	1,60	0,73	0,00	0,00	0	0,00
01P13	Llanganuco	Pastizal	12	1,82	0,79	0,00	0,00	0	0,00
01P14	Llanganuco	Pastizal	11	1,98	0,82	0,00	0,00	0	0,00
01P15	Llanganuco	Pastizal	13	1,66	0,73	0,00	0,00	0	0,00
01P16	Llanganuco	Pastizal	14	1,89	0,76	0,00	0,00	0	0,00
01P17	Llanganuco	Pastizal	12	1,86	0,79	0,00	0,00	0	0,00
01P18	Llanganuco	Pastizal	13	1,70	0,76	0,00	0,00	0	0,00
01P21	Llanganuco	Pastizal	8	1,45	0,71	0,00	0,00	0	0,00
01P22	Llanganuco	Pastizal	11	1,69	0,74	0,00	0,00	0	0,00
01P23	Llanganuco	Pastizal	12	1,71	0,78	0,00	0,00	0	0,00
01P24	Llanganuco	Pastizal	11	1,32	0,64	0,00	0,00	0	0,00
01P25	Llanganuco	Pastizal	10	1,59	0,73	0,00	0,00	0	0,00
01P26	Llanganuco	Pastizal	7	1,45	0,71	0,00	0,00	0	0,00
01P27	Llanganuco	Pastizal	12	1,64	0,71	0,00	0,00	0	0,00
01P28	Llanganuco	Pastizal	13	1,50	0,66	0,00	0,00	0	0,00
01P31	Llanganuco	Pastizal	6	1,44	0,72	0,00	0,00	0	0,00
01P32	Llanganuco	Pastizal	12	1,61	0,77	0,00	0,00	0	0,00
01P33	Llanganuco	Pastizal	7	1,26	0,67	0,00	0,00	0	0,00
01P34	Llanganuco	Pastizal	10	1,52	0,71	0,00	0,00	0	0,00
01P35	Llanganuco	Pastizal	8	0,94	0,50	0,00	0,00	0	0,00
01P36	Llanganuco	Pastizal	12	1,83	0,80	0,00	0,00	0	0,00
01P37	Llanganuco	Pastizal	8	1,43	0,68	0,00	0,00	0	0,00
01P38	Llanganuco	Pastizal	11	1,86	0,79	0,00	0,00	0	0,00
01P41	Llanganuco	Pastizal	10	1,24	0,58	0,00	0,00	0	0,00
01P42	Llanganuco	Pastizal	12	0,95	0,47	0,00	0,00	0	0,00
01P43	Llanganuco	Pastizal	11	1,09	0,50	0,00	0,00	0	0,00
01P44	Llanganuco	Pastizal	9	1,44	0,70	0,00	0,00	0	0,00
01P45	Llanganuco	Pastizal	7	1,23	0,57	0,00	0,00	0	0,00
01P46	Llanganuco	Pastizal	12	1,25	0,58	0,00	0,00	0	0,00

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP _x (m)	Área Basal (m ² /ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
01P47	Llanganuco	Pastizal	10	1,55	0,69	0,00	0,00	0	0,00
01P48	Llanganuco	Pastizal	14	1,61	0,79	0,00	0,00	0	0,00
01C11	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	17	1,88	0,79	0,28	206,85	3	2394,25
01C12	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	22	2,11	0,84	0,00	0,00	0	0,00
01C13	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	25	2,17	0,86	0,00	0,00	0	0,00
01C14	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	19	2,18	0,86	0,00	0,00	0	0,00
01C15	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	18	2,08	0,85	0,00	0,00	0	0,00
01C16	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	18	2,39	0,88	0,37	83,51	1	798,08
01C17	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	18	2,08	0,82	0,00	0,00	0	0,00
01C18	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	19	2,01	0,82	0,35	76,78	1	798,08
01C21	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	12	1,90	0,81	0,00	0,00	0	0,00
01C22	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	17	2,36	0,41	0,23	31,73	1	798,08
01C23	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	12	2,02	0,83	0,10	6,52	1	798,08
01C24	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	17	2,40	0,85	0,29	108,52	2	1596,17
01C25	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	17	2,04	0,82	0,00	0,00	0	0,00
01C26	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	17	1,88	0,78	0,00	0,00	0	0,00
01C27	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	15	1,38	0,97	0,23	31,73	1	798,08
01C28	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	17	2,88	0,80	0,10	12,54	2	1596,17

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP_x (m)	Área Basal (m²/ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
01C31	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	16	2,15	0,86	0,00	0,00	0	0,00
01C32	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	14	1,92	0,78	0,35	75,91	1	798,08
01C33	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	13	2,06	0,83	0,00	0,00	0	0,00
01C34	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	15	2,29	0,86	0,35	76,78	1	798,08
01C35	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	18	2,29	0,88	0,00	0,00	0	0,00
01C36	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	16	2,10	0,84	0,23	31,73	1	798,08
01C37	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	13	1,75	0,77	0,36	79,89	1	798,08
01C38	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	13	1,50	0,71	0,00	0,00	0	0,00
01C41	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	18	2,41	0,90	0,22	30,89	1	798,08
01C42	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	14	1,87	0,82	0,18	45,13	2	1596,17
01C43	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	20	2,12	0,83	0,36	81,24	1	798,08
01C44	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	20	2,50	0,89	0,29	111,64	2	1596,17
01C45	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	21	2,45	0,89	0,35	153,57	2	1596,17
01C46	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	18	2,31	0,88	0,14	12,29	1	798,08
01C47	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	21	2,29	0,86	0,00	0,00	0	0,00
01C48	Llanganuco	Bosque nativo de queñual	15	1,91	0,81	0,23	31,73	1	798,08
01Z11	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	26	2,49	0,88	0,17	56,93	3	2394,25

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP _x (m)	Área Basal (m ² /ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
01Z12	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	16	1,88	0,83	0,18	65,53	3	2394,25
01Z13	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	20	2,31	0,86	0,22	102,42	3	2394,25
01Z14	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	18	2,07	0,80	0,18	74,47	3	2394,25
01Z15	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	21	1,93	0,79	0,12	27,08	3	2394,25
01Z16	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	22	2,28	0,85	0,21	70,45	2	1596,17
01Z17	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	22	2,68	0,91	0,20	25,07	1	798,08
01Z18	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	19	2,24	0,88	0,11	39,18	5	3990,42
01Z21	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	22	2,37	0,88	0,17	40,74	2	1596,17
01Z22	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	21	2,30	0,88	0,23	66,32	2	1596,17
01Z23	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	20	2,25	0,86	0,16	54,16	3	2394,25
01Z24	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	22	2,30	0,85	0,14	42,87	3	2394,25

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP _x (m)	Área Basal (m ² /ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
01Z25	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	25	2,51	0,90	0,10	12,54	2	1596,17
01Z26	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	21	2,17	0,81	0,15	72,40	5	3990,42
01Z27	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	21	2,25	0,87	0,18	109,07	5	3990,42
01Z28	Llanganuco	Plantación intermedia de queñual	19	2,23	0,87	0,18	66,94	3	2394,25
01Z31	Llanganuco	Plantación madura de queñual	14	1,55	0,68	0,00	0,00	0	0,00
01Z32	Llanganuco	Plantación madura de queñual	16	2,31	0,88	0,15	31,34	2	1596,17
01Z33	Llanganuco	Plantación madura de queñual	17	2,17	0,86	0,08	12,03	3	2394,25
01Z34	Llanganuco	Plantación madura de queñual	22	2,22	0,84	0,14	14,10	1	798,08
01Z35	Llanganuco	Plantación madura de queñual	13	1,66	0,73	0,00	0,00	0	0,00
01Z36	Llanganuco	Plantación madura de queñual	16	1,72	0,78	0,00	0,00	0	0,00
01Z37	Llanganuco	Plantación madura de queñual	13	2,06	0,85	0,00	0,00	0	0,00
01Z38	Llanganuco	Plantación madura de queñual	12	2,19	0,87	0,23	33,16	1	798,08
01Z41	Llanganuco	Plantación madura de queñual	18	2,18	0,83	0,17	42,37	2	1596,17
01Z42	Llanganuco	Plantación madura de queñual	13	1,90	0,81	0,32	64,19	1	798,08
01Z43	Llanganuco	Plantación madura de queñual	15	1,95	0,83	0,00	0,00	0	0,00

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP _x (m)	Área Basal (m ² /ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
01Z44	Llanganuco	Plantación madura de queñual	20	2,26	0,85	0,15	64,44	3	2394,25
01Z45	Llanganuco	Plantación madura de queñual	23	2,08	0,83	0,20	25,07	1	798,08
01Z46	Llanganuco	Plantación madura de queñual	13	2,40	0,91	0,00	0,00	0	0,00
01Z47	Llanganuco	Plantación madura de queñual	15	1,97	0,84	0,31	186,73	3	2394,25
01Z48	Llanganuco	Plantación madura de queñual	12	2,20	0,88	0,18	85,00	3	2394,25
02P11	Quillcayhuanca	Pastizal	12	0,76	0,36	0,00	0,00	0	0,00
02P12	Quillcayhuanca	Pastizal	9	0,74	0,35	0,00	0,00	0	0,00
02P13	Quillcayhuanca	Pastizal	7	1,00	0,48	0,00	0,00	0	0,00
02P14	Quillcayhuanca	Pastizal	6	0,54	0,29	0,00	0,00	0	0,00
02P15	Quillcayhuanca	Pastizal	6	0,63	0,32	0,00	0,00	0	0,00
02P16	Quillcayhuanca	Pastizal	5	0,53	0,29	0,00	0,00	0	0,00
02P17	Quillcayhuanca	Pastizal	9	1,08	0,50	0,00	0,00	0	0,00
02P18	Quillcayhuanca	Pastizal	8	1,32	0,68	0,00	0,00	0	0,00
02P21	Quillcayhuanca	Pastizal	13	1,37	0,66	0,00	0,00	0	0,00
02P22	Quillcayhuanca	Pastizal	9	1,12	0,62	0,00	0,00	0	0,00
02P23	Quillcayhuanca	Pastizal	10	1,15	0,62	0,00	0,00	0	0,00
02P24	Quillcayhuanca	Pastizal	12	1,60	0,67	0,00	0,00	0	0,00
02P25	Quillcayhuanca	Pastizal	7	1,06	0,59	0,00	0,00	0	0,00
02P26	Quillcayhuanca	Pastizal	8	1,10	0,54	0,00	0,00	0	0,00
02P27	Quillcayhuanca	Pastizal	9	1,12	0,62	0,00	0,00	0	0,00
02P28	Quillcayhuanca	Pastizal	5	1,08	0,65	0,00	0,00	0	0,00
02P31	Quillcayhuanca	Pastizal	10	0,94	0,46	0,00	0,00	0	0,00
02P32	Quillcayhuanca	Pastizal	8	0,46	0,26	0,00	0,00	0	0,00
02P33	Quillcayhuanca	Pastizal	6	0,84	0,44	0,00	0,00	0	0,00
02P34	Quillcayhuanca	Pastizal	7	0,64	0,32	0,00	0,00	0	0,00
02P35	Quillcayhuanca	Pastizal	11	0,61	0,24	0,00	0,00	0	0,00
02P36	Quillcayhuanca	Pastizal	8	0,29	0,11	0,00	0,00	0	0,00
02P37	Quillcayhuanca	Pastizal	7	0,05	0,01	0,00	0,00	0	0,00
02P38	Quillcayhuanca	Pastizal	8	0,64	0,32	0,00	0,00	0	0,00

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP _x (m)	Área Basal (m ² /ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
02P41	Quillcayhuanca	Pastizal	10	1,59	0,76	0,00	0,00	0	0,00
02P42	Quillcayhuanca	Pastizal	5	0,77	0,50	0,00	0,00	0	0,00
02P43	Quillcayhuanca	Pastizal	7	1,45	0,74	0,00	0,00	0	0,00
02P44	Quillcayhuanca	Pastizal	7	1,35	0,71	0,00	0,00	0	0,00
02P45	Quillcayhuanca	Pastizal	10	1,43	0,70	0,00	0,00	0	0,00
02P46	Quillcayhuanca	Pastizal	8	0,96	0,46	0,00	0,00	0	0,00
02P47	Quillcayhuanca	Pastizal	8	2,48	0,43	0,00	0,00	0	0,00
02P48	Quillcayhuanca	Pastizal	7	1,41	0,72	0,00	0,00	0	0,00
02E11	Quillcayhuanca	Plantación mixta	12	2,23	0,87	0,12	9,03	1	798,08
02E12	Quillcayhuanca	Plantación mixta	13	1,98	0,83	0,18	85,00	3	2394,25
02E13	Quillcayhuanca	Plantación mixta	17	1,85	0,81	0,10	12,54	2	1596,17
02E14	Quillcayhuanca	Plantación mixta	17	2,18	0,86	0,14	63,56	3	2394,25
02E15	Quillcayhuanca	Plantación mixta	14	2,22	0,87	0,22	60,68	2	1596,17
02E16	Quillcayhuanca	Plantación mixta	16	2,11	0,87	0,16	91,26	4	3192,34
02E17	Quillcayhuanca	Plantación mixta	11	1,99	0,84	0,12	45,13	5	3990,42
02E18	Quillcayhuanca	Plantación mixta	20	2,45	0,89	0,24	167,86	4	3192,34
02E21	Quillcayhuanca	Plantación mixta	17	1,92	0,80	0,20	65,31	2	1596,17
02E22	Quillcayhuanca	Plantación mixta	17	2,36	0,88	0,21	70,45	2	1596,17
02E23	Quillcayhuanca	Plantación mixta	18	2,25	0,86	0,20	96,78	3	2394,25
02E24	Quillcayhuanca	Plantación mixta	19	2,26	0,86	0,27	158,65	3	2394,25
02E25	Quillcayhuanca	Plantación mixta	21	2,37	0,88	0,15	34,35	2	1596,17
02E26	Quillcayhuanca	Plantación mixta	14	2,35	0,77	0,34	72,46	1	798,08
02E27	Quillcayhuanca	Plantación mixta	21	2,40	0,89	0,33	136,52	2	1596,17
02E28	Quillcayhuanca	Plantación mixta	17	1,79	0,75	0,35	76,78	1	798,08
02E31	Quillcayhuanca	Plantación mixta	13	2,02	0,82	0,00	0,00	0	0,00
02E32	Quillcayhuanca	Plantación mixta	13	1,98	0,83	0,14	12,29	1	798,08
02E33	Quillcayhuanca	Plantación mixta	10	1,55	0,75	0,28	98,28	2	1596,17
02E34	Quillcayhuanca	Plantación mixta	12	1,33	0,61	0,13	10,59	1	798,08
02E35	Quillcayhuanca	Plantación mixta	14	1,91	0,79	0,00	0,00	0	0,00
02E36	Quillcayhuanca	Plantación mixta	15	2,16	0,87	0,33	228,85	3	2394,25
02E37	Quillcayhuanca	Plantación mixta	13	2,10	0,85	0,35	153,57	2	1596,17
02E38	Quillcayhuanca	Plantación mixta	15	1,43	0,62	0,35	76,78	1	798,08
02E41	Quillcayhuanca	Plantación mixta	17	2,26	0,87	0,09	5,08	1	798,08
02E42	Quillcayhuanca	Plantación mixta	15	1,90	0,76	0,10	6,27	1	798,08

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP _x (m)	Área Basal (m ² /ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
02E43	Quillcayhuanca	Plantación mixta	18	2,12	0,85	0,16	34,10	2	1596,17
02E44	Quillcayhuanca	Plantación mixta	16	2,12	0,83	0,00	0,00	0	0,00
02E45	Quillcayhuanca	Plantación mixta	14	1,85	0,80	0,12	18,05	2	1596,17
02E46	Quillcayhuanca	Plantación mixta	10	1,53	0,68	0,15	48,33	3	2394,25
02E47	Quillcayhuanca	Plantación mixta	23	2,69	0,92	0,18	135,58	4	3192,34
02E48	Quillcayhuanca	Plantación mixta	23	2,52	0,91	0,34	72,46	1	798,08
02Z11	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	10	1,55	0,75	0,11	68,26	9	7182,76
02Z12	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	10	1,29	0,63	0,11	91,01	12	9577,02
02Z13	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	5	1,21	0,68	0,11	45,51	6	4788,51
02Z14	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	7	1,15	0,67	0,10	50,15	8	6384,68
02Z15	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	12	1,47	0,69	0,12	72,21	8	6384,68
02Z16	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	12	2,12	0,86	0,12	54,16	6	4788,51
02Z17	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	12	1,11	0,55	0,13	84,75	8	6384,68
02Z18	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	14	1,79	0,79	0,12	81,24	9	7182,76
02Z21	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	15	1,83	0,79	0,00	0,00	0	0,00
02Z22	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	18	1,67	0,74	0,10	31,34	5	3990,42

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP_x (m)	Área Basal (m²/ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
02Z23	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	16	1,86	0,80	0,23	72,46	2	1596,17
02Z24	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	18	2,05	0,83	0,24	76,72	2	1596,17
02Z25	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	15	1,63	0,75	0,00	0,00	0	0,00
02Z26	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	17	2,07	0,85	0,17	72,77	3	2394,25
02Z27	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	16	1,67	0,69	0,18	40,62	2	1596,17
02Z28	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	9	1,46	0,67	0,31	60,24	1	798,08
02Z31	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	15	1,49	0,70	0,33	68,26	1	798,08
02Z32	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	8	1,32	0,67	0,25	84,49	2	1596,17
02Z33	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	8	1,30	0,67	0,00	0,00	0	0,00
02Z34	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	13	1,44	0,67	0,17	18,11	1	798,08
02Z35	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	7	1,06	0,54	0,19	22,63	1	798,08
02Z36	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	6	1,27	0,70	0,33	68,26	1	798,08
02Z37	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	6	1,19	0,62	0,00	0,00	0	0,00
02Z38	Quillcayhuanca	Plantación madura de queñual	9	1,55	0,77	0,14	25,07	2	1596,17
02Z41	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	18	1,33	0,65	0,12	36,10	4	3192,34
02Z42	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	15	1,28	0,65	0,12	72,21	8	6384,68

Punto	Valle	Cobertura vegetal	Riqueza de especies (S)	Índice de Shannon (H')	Índice de diversidad de Simpson (1-D')	DAP_x (m)	Área Basal (m²/ha)	Número de árboles	Densidad arbórea (número de árboles/ha)
02Z43	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	8	1,10	0,54	0,11	91,01	12	9577,02
02Z44	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	11	1,55	0,71	0,09	55,85	11	8778,93
02Z45	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	10	1,04	0,59	0,09	66,00	13	10375,10
02Z46	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	11	1,66	0,76	0,10	68,95	11	8778,93
02Z47	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	20	2,04	0,84	0,10	18,80	3	2394,25
02Z48	Quillcayhuanca	Plantación intermedia de queñual	15	1,72	0,78	0,10	56,41	9	7182,76

Anexo 6. Resultado de los valores de la escala de Braun-Blanquet en cada tipo de cobertura vegetal

Valle	Llanganuco															
	Pastizal															
	Punto	1P11	1P12	1P13	1P14	1P15	1P16	1P17	1P18	1P21	1P22	1P23	1P24	1P25	1P26	1P27
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>Festuca sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	37,5	37,5	37,5	37,5	15	15	37,5	37,5	37,5	15	37,5	15	37,5	37,5	15	15
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	2,5	2,5	2,5	0	0	0,1	37,5	15	0	0,1	0,1	0	0	0,1	2,5	0,1
<i>Rumex acetosella</i>	0	0	0	15	0,1	2,5	0	0	0	0	2,5	2,5	15	2,5	2,5	0,1
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	2,5	0,1	15	37,5	15	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0,1	2,5	0	2,5	2,5
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	37,5	37,5	37,5	37,5	15	15	15	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	15
<i>Juncus bufonius</i>	0	15	15	15	15	2,5	15	2,5	0,1	2,5	2,5	0	0	0	0,1	0,1
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	15	2,5	15	15	2,5	2,5	2,5	15	2,5	15	37,5	2,5	2,5	0	2,5	2,5
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff.dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	1P11	1P12	1P13	1P14	1P15	1P16	1P17	1P18	1P21	1P22	1P23	1P24	1P25	1P26	1P27	1P28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelium ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodos nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	15	0	0,1	2,5	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longifolia</i>	2,5	0	2,5	15	2,5	15	2,5	2,5	0,1	2,5	0	0,1	0	0	2,5	2,5
<i>Stevia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0,1	0,1	0	0,1	2,5	15	0,1	0	2,5	0,1	0,1	2,5	0	2,5	2,5
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0,1	0	0	0	15	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	1P11	1P12	1P13	1P14	1P15	1P16	1P17	1P18	1P21	1P22	1P23	1P24	1P25	1P26	1P27	1P28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Hypericum laricifolium</i>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	15	15	15	15	2,5	15	15	15
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbácea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Berberis cf.lutea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostegium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	1P11	1P12	1P13	1P14	1P15	1P16	1P17	1P18	1P21	1P22	1P23	1P24	1P25	1P26	1P27	1P28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	2,5	15	15	15	15
<i>Tillandsia cf. latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	1P31	1P32	1P33	1P34	1P35	1P36	1P37	1P38	1P41	1P42	1P43	1P44	1P45	1P46	1P47	1P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	62,5	87,5	62,5	62,5	37,5	62,5	87,5	62,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>Festuca sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria nubigena</i>	0	0,1	0	0	0	0,1	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	15	37,5	37,5	15	0,1	15	37,5	37,5	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1	15
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	87,5	62,5	2,5	2,5	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex acetosella</i>	0	0	0	15	2,5	15	15	15	15	0,1	0,1	2,5	2,5	0,1	15	2,5
<i>Paranephelius uniflorus</i>	2,5	15	0	0	0	0	0	15	0	0,1	0,1	0,1	0	0,1	15	2,5
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	2,5	15	2,5	37,5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	15	62,5	87,5	87,5	87,5	37,5	15	15	15	15	15	37,5	15	15	15	15

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	1P31	1P32	1P33	1P34	1P35	1P36	1P37	1P38	1P41	1P42	1P43	1P44	1P45	1P46	1P47	1P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Juncus bufonius</i>	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0	0	0	0	2,5
<i>Trifolium repens</i>	0	2,5	0	0	2,5	0	0,1	2,5	2,5	2,5	0,1	15	15	15	2,5	2,5
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	2,5	0,1	15	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	15	15	15
<i>Gamochoeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff. dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf. serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,1
<i>cf. Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	1P31	1P32	1P33	1P34	1P35	1P36	1P37	1P38	1P41	1P42	1P43	1P44	1P45	1P46	1P47	1P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosodes nubigenum</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	2,5	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Belloa longifolia</i>	0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	15	2,5	15	15	15	37,5	15	0,1	2,5	15
<i>Stevia macbridei</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa pipitolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	1P31	1P32	1P33	1P34	1P35	1P36	1P37	1P38	1P41	1P42	1P43	1P44	1P45	1P46	1P47	1P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Berberis cf. lutea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf. mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0	2,5	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	2,5	15	0
<i>Sema versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostegium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	37,5	2,5	0	2,5	0	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tillandsia cf. latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C11	1C12	1C13	1C14	1C15	1C16	1C17	1C18	1C21	1C22	1C23	1C24	1C25	1C26	1C27	1C28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	15	37,5	15	37,5	37,5	2,5	37,5	37,5	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Festuca sp.2</i>	37,5	15	37,5	15	15	37,5	15	15	62,5	87,5	37,5	15	15	2,5	15	15
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	2,5	2,5	0,1	2,5	2,5	15	0,1	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex acetosella</i>	15	15	2,5	2,5	15	15	15	15	15	37,5	15	15	37,5	0	15	37,5
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	2,5	0	2,5	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	15	0	15	15	0	0	15	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	2,5	0	0,1	15	2,5	2,5	0,1	0,1	0,1	0	0	2,5	0	0,1	0,1
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochoaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff. dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C11	1C12	1C13	1C14	1C15	1C16	1C17	1C18	1C21	1C22	1C23	1C24	1C25	1C26	1C27	1C28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelus ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0,1	0	0
<i>Daucus montanus</i>	2,5	15	15	15	15	2,5	15	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0,1	0	0	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0,1	2,5	0	0	2,5	15	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epilobium denticulatum (Azorella biloba?)</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia macbridei</i>	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa pipitolepis</i>	0	2,5	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0,1	0	0,1	2,5	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0,1	0	0,1	0,1	0,1	2,5	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	2,5	2,5	15	15	2,5	15	0,1	0,1	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0,1	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	2,5	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C11	1C12	1C13	1C14	1C15	1C16	1C17	1C18	1C21	1C22	1C23	1C24	1C25	1C26	1C27	1C28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbácea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	2,5	15	15	2,5	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mintostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2,5	0	0,1	2,5
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	2,5	0,1	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	15	0	15	15	15
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	15	15	15	15	15	37,5	15	15	0	15	15	2,5	2,5	15	15	0,1
<i>Berberis cf.lutea</i>	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	15	15	15	37,5	0,1	2,5	2,5	37,5
<i>Gynoxys nitida</i>	0,1	0,1	15	2,5	0,1	15	15	15	0	0	0	0	2,5	0	0	15
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0,1	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sema versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0,1	0	0,1	0	2,5
<i>cf.Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostephium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguetia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2,5	15	0	37,5	15	37,5
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	2,5	2,5	0,1	0,1	0	15	0	0	15	2,5	0	2,5	0,1	0	0	15
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0	0	0,1	0	0	15	15	2,5	0	2,5	2,5	2,5	0	2,5	0	15
<i>Galium sp.1</i>	2,5	0	0,1	0	0	0	0	0	0	2,5	0	2,5	0	2,5	2,5	0,1
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0,1	2,5	0	2,5	2,5
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C11	1C12	1C13	1C14	1C15	1C16	1C17	1C18	1C21	1C22	1C23	1C24	1C25	1C26	1C27	1C28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0	0	15	2,5	15	15
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0
<i>Musgo sp.</i>	62,5	37,5	37,5	15	37,5	62,5	87,5	62,5	37,5	62,5	37,5	15	15	62,5	15	37,5
<i>Tillandsia cf. latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	15	15	0	0,1	0,1	15

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C31	1C32	1C33	1C34	1C35	1C36	1C37	1C38	1C41	1C42	1C43	1C44	1C45	1C46	1C47	1C48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	37,5	62,5	62,5	62,5	37,5	37,5	37,5	37,5	0	37,5	37,5	62,5	15	15	62,5	15
<i>Festuca sp.2</i>	37,5	0	15	2,5	2,5	15	0	0	37,5	0	0	0	62,5	62,5	0	0
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	2,5	0	0	2,5	15
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C31	1C32	1C33	1C34	1C35	1C36	1C37	1C38	1C41	1C42	1C43	1C44	1C45	1C46	1C47	1C48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Rumex acetosella</i>	15	15	2,5	15	37,5	15	0	0	15	0	37,5	37,5	37,5	37,5	62,5	0
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
<i>Trifolium repens</i>	15	2,5	15	15	0	0	0	0	0,1	0	2,5	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff. dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	2,5	0	0
<i>cf. Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0,1	0	0	0	0,1	2,5	2,5	0	0	0,1	0	2,5	0	0	0	0
<i>Baccharis sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf. serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0,1	0	0	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Daucus montanus</i>	15	15	15	2,5	0	0	0	0,1	0	0	0,1	2,5	2,5	15	2,5	0
<i>cf. Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C31	1C32	1C33	1C34	1C35	1C36	1C37	1C38	1C41	1C42	1C43	1C44	1C45	1C46	1C47	1C48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	2,5	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0,1	0	0	0,1
<i>Geranium stuebelii</i>	2,5	2,5	0	2,5	15	2,5	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostephium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	2,5	0	0	15	0,1	0	0	0,1	15	0,1	0	0,1	0	0,1	2,5	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	15	15	15	15	2,5	15	15	0,1	0,1	2,5	0	0	0	0,1	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0,1	15	15	15	15	37,5	62,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0,1	2,5	0	15	15	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0,1	0	2,5	2,5	2,5	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	15	0	2,5	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	2,5	15	15	2,5	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15	15	15	2,5	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15	0	0,1	0	0
<i>Mintostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	2,5	2,5	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	15	62,5	15	15
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	15	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C31	1C32	1C33	1C34	1C35	1C36	1C37	1C38	1C41	1C42	1C43	1C44	1C45	1C46	1C47	1C48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	15	2,5	15	15	15	15	2,5	0,1	15	15	0	15	2,5	15	15	15
<i>Berberis cf.lutea</i>	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0	2,5	2,5	0,1	0,1	15	0,1	0	2,5	0
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	2,5	0	15	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	15	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Elaeocarpaceae sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0,1	15	15	0	15	2,5
<i>Aristeguetia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	37,5	15	0	15	37,5	37,5	15	37,5
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	15	37,5	37,5	37,5	2,5	2,5
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	2,5	0	0,1	0	2,5	0	0	0	0	0,1	0	0	0	2,5	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	2,5	2,5	0	0,1	0,1	2,5	2,5	2,5	0	2,5	2,5	0	2,5	0	0,1	0
<i>Galium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	15	2,5	2,5	2,5	2,5
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	2,5	2,5	0	0,1
<i>Bignonia sp. 1</i>	15	2,5	0	0	0	0	0	0	37,5	0	0,1	0	2,5	0	0	2,5
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	62,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	15	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C31	1C32	1C33	1C34	1C35	1C36	1C37	1C38	1C41	1C42	1C43	1C44	1C45	1C46	1C47	1C48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Musgo sp.</i>	62,5	15	15	15	15	15	2,5	0	0	15	15	15	15	15	37,5	2,5
<i>Tillandsia cf. latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z11	1Z12	1Z13	1Z14	1Z15	1Z16	1Z17	1Z18	1Z21	1Z22	1Z23	1Z24	1Z25	1Z26	1Z27	1Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	62,5	15	62,5	62,5	37,5	62,5	62,5	15	37,5	15	37,5	62,5	37,5	62,5	37,5	37,5
<i>Festuca sp.2</i>	37,5	0	15	15	0	15	15	2,5	0	37,5	37,5	0	0	0	15	0
<i>Werneria nubigena</i>	15	0	15	2,5	2,5	15	15	15	15	0	15	2,5	15	2,5	2,5	2,5
<i>Ranunculus praemorsus</i>	15	37,5	15	0	0,1	2,5	15	2,5	15	15	15	15	15	2,5	2,5	2,5
<i>Alchemilla pinnata</i>	2,5	0	0	2,5	2,5	15	15	15	0,1	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1	15
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	15	0	15	0	15	0,1	2,5	15	15	15	2,5	2,5	2,5	15	15	15
<i>Rumex acetosella</i>	15	15	2,5	0,1	2,5	2,5	15	2,5	15	15	2,5	2,5	2,5	2,5	15	15
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0,1	0	0	0	0,1	0,1	15	0,1	2,5	0	2,5	15	0	15	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	15	15	2,5	15	0	15	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	15	0	2,5	2,5	0,1	0	0	2,5	0	0,1	0	2,5	0,1	0	0,1	0
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	2,5	0	15	0	0,1	0	15	0	2,5	0	15	15	15	2,5	15	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	2,5	0,1	2,5	2,5	0,1	15	15	15	2,5	2,5	2,5	2,5	15	2,5	2,5	2,5
<i>Senecio macrorrhizus</i>	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff. dolichopoda</i>	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1	2,5	0,1	0	0,1	0,1	2,5	15	0,1	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z11	1Z12	1Z13	1Z14	1Z15	1Z16	1Z17	1Z18	1Z21	1Z22	1Z23	1Z24	1Z25	1Z26	1Z27	1Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0,1	0	2,5	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0,1	0,1	0,1	2,5	0	0,1	2,5	0	2,5	2,5	2,5	0,1	2,5	0	0,1	0,1
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	2,5	15	2,5	2,5	2,5	0,1
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0,1	0	2,5	2,5	0,1	15
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Daucus montanus</i>	2,5	0,1	15	15	2,5	15	15	2,5	0,1	2,5	15	15	0,1	2,5	15	15
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	2,5	0	0	2,5	15	15	15	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0
<i>Belloa longifolia</i>	0,1	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia macbridei</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	2,5	0	2,5	0	2,5	2,5	2,5	0	0	0	0	2,5	0,1	0,1	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0	2,5	2,5	0,1	2,5	0	0,1	0	0,1	15	0,1	2,5
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0,1	0,1	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0	2,5	2,5	15	2,5	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	2,5	0	0	15	0	0,1	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z11	1Z12	1Z13	1Z14	1Z15	1Z16	1Z17	1Z18	1Z21	1Z22	1Z23	1Z24	1Z25	1Z26	1Z27	1Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0,1	0
<i>Berberis cf. lutea</i>	2,5	15	0	0	0	0	0	0	2,5	15	0	0	0,1	0	0	0,1
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0,1	15	0	0	0,1	37,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Lupinus cf. mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0,1	0,1	2,5	0,1	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	15	2,5	2,5	0	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostegium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z11	1Z12	1Z13	1Z14	1Z15	1Z16	1Z17	1Z18	1Z21	1Z22	1Z23	1Z24	1Z25	1Z26	1Z27	1Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Polypodium sp.</i>	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	15	0,1	15	15	0	2,5	15	2,5	0	15	0,1	15	15	15	15	15
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	15	37,5	2,5	2,5	15	15	15	15	15	37,5	15	15	15	15	15	37,5
<i>Tillandsia cf. latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z31	1Z32	1Z33	1Z34	1Z35	1Z36	1Z37	1Z38	1Z41	1Z42	1Z43	1Z44	1Z45	1Z46	1Z47	1Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	0	15	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	62,5	0	0	15	2,5	2,5
<i>Festuca sp.2</i>	0	15	15	15	0	0	37,5	15	15	37,5	37,5	37,5	62,5	15	0	15
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	2,5	2,5	2,5	15	0	2,5	0	15	0	0	0	0	2,5	0	0	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex acetosella</i>	62,5	37,5	37,5	62,5	62,5	15	15	37,5	62,5	15	37,5	37,5	62,5	15	37,5	2,5
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z31	1Z32	1Z33	1Z34	1Z35	1Z36	1Z37	1Z38	1Z41	1Z42	1Z43	1Z44	1Z45	1Z46	1Z47	1Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	15
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0,1	0	2,5	0	2,5	0	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff.dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sp.1</i>	15	0,1	2,5	0	0	2,5	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	15	0	0	2,5	0	0	0	0	15	15	37,5	15	15	15	37,5	15
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
<i>Daucus montanus</i>	0	2,5	2,5	15	15	0,1	15	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0	0
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	15	0	0,1	15	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z31	1Z32	1Z33	1Z34	1Z35	1Z36	1Z37	1Z38	1Z41	1Z42	1Z43	1Z44	1Z45	1Z46	1Z47	1Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Myrosmodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sievia macbridei</i>	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0,1	0	2,5	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0	2,5	15	0	0,1	0,1	0	0	15
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	2,5	0	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	2,5	0,1	2,5	0	0	0	0	15	0,1	2,5	0,1	2,5	0,1	15	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	15	0,1	15
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	2,5	0	15	0	0,1	0	0	0,1
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	15	2,5	0	0	0,1	0	15	0	0	2,5	37,5	15	37,5	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	2,5	0,1	15	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	15	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z31	1Z32	1Z33	1Z34	1Z35	1Z36	1Z37	1Z38	1Z41	1Z42	1Z43	1Z44	1Z45	1Z46	1Z47	1Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombevana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0,1	2,5	0	0	15	15	15	0	15	15	15	15	0,1	15	0	0
<i>Berberis cf.lutea</i>	0,1	15	0	15	0	0,1	0	15	2,5	2,5	0,1	2,5	2,5	15	0,1	0
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escallonia</i>	2,5	2,5	15	0,1	2,5	0,1	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	2,5	0	0	0,1	0
<i>Diplostegium sp.</i>	0	0	2,5	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	15	15	0	0,1	0	15	15	0	0	2,5	15	15	37,5	15
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0,1	0	0	15	2,5	0,1	0	0	2,5	0	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5	0
<i>Galium sp.1</i>	2,5	2,5	0	2,5	0	2,5	2,5	0	2,5	2,5	0	2,5	15	0	2,5	2,5
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,5	2,5	2,5	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,5	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5	15
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	2,5	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	15	15	37,5	15	15	2,5	15	15	0	0	0	15	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	0	15	37,5	0,1	0,1	0	15	15	0	0,1	15	0	15	15	2,5	2,5
<i>Tillandsia cf.latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	2P11	2P12	2P13	2P14	2P15	2P16	2P17	2P18	2P21	2P22	2P23	2P24	2P25	2P26	2P27	2P28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	15	15	15	15	15	15	15	62,5	37,5	62,5	37,5	87,5	87,5	15	62,5	62,5
<i>Festuca sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0	2,5	0	0	0	0	0	2,5	0	0,1	2,5	0,1	0	0,1	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	2,5	0,1	15	2,5	0	0	2,5	2,5	0,1	0,1	0,1	15	15	15	15	37,5
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	62,5	62,5	62,5	15	62,5	87,5	62,5	62,5
<i>Rumex acetosella</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0,1	2,5	2,5	0	0,1	0
<i>Paranepheleus uniflorus</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1	0,1	0,1
<i>Plantago sericea</i>	2,5	2,5	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	2,5	0	0	0	0	0
<i>Juncus bifonius</i>	0,1	2,5	2,5	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0,1	0	0	2,5	0	0	0,1	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0,1	0	2,5	0	2,5	0	15	0,1	2,5	15	15	2,5	0	2,5	2,5	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	2,5	0	0	2,5	0	0,1	0	0
<i>Gentianella aff.dolichopoda</i>	2,5	0,1	0	0,1	0,1	2,5	2,5	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	15	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle		Quillcayhuanca														
Cobertura vegetal		Pastizal														
Punto	2P11	2P12	2P13	2P14	2P15	2P16	2P17	2P18	2P21	2P22	2P23	2P24	2P25	2P26	2P27	2P28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodos nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	2P11	2P12	2P13	2P14	2P15	2P16	2P17	2P18	2P21	2P22	2P23	2P24	2P25	2P26	2P27	2P28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbácea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbararia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Berberis cf.lutea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostegium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	2P11	2P12	2P13	2P14	2P15	2P16	2P17	2P18	2P21	2P22	2P23	2P24	2P25	2P26	2P27	2P28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	0,1	2,5	0	0	0	0,1	2,5	15	15	2,5	0,1	15	0,1	15	2,5	0,1
<i>Tillandsia cf.latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	2P31	2P32	2P33	2P34	2P35	2P36	2P37	2P38	2P41	2P42	2P43	2P44	2P45	2P46	2P47	2P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	37,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5
<i>Festuca sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria nubigena</i>	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	15	0	0,1	2,5	37,5	15	2,5	2,5
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0,1	2,5	0	0,1
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0,1	2,5	0	2,5	2,5	0	0,1	37,5	62,5	62,5	37,5	2,5	0,1	37,5	37,5
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0,1	0	0	0	2,5	0,1	0,1	0,1	15	2,5	15	15	15	2,5	2,5	37,5
<i>Rumex acetosella</i>	2,5	0,1	0,1	2,5	2,5	0	0,1	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	0	0	0,1	0	0,1	0	0	37,5	0,1	15	0,1	0,1	2,5	2,5	15
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	2,5	2,5
<i>Lachemilla orbiculata</i>	0	0,1	15	15	2,5	0	0	0	0	0	62,5	0	0	0	0	0
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,5	2,5	0	15	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	2P31	2P32	2P33	2P34	2P35	2P36	2P37	2P38	2P41	2P42	2P43	2P44	2P45	2P46	2P47	2P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2,5	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
<i>Dichondra repens</i>	15	15	15	2,5	2,5	2,5	0,1	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	15	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	2,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0,1	0,1	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff.dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	2P31	2P32	2P33	2P34	2P35	2P36	2P37	2P38	2P41	2P42	2P43	2P44	2P45	2P46	2P47	2P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Berberis cf.lutea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Pastizal															
Punto	2P31	2P32	2P33	2P34	2P35	2P36	2P37	2P38	2P41	2P42	2P43	2P44	2P45	2P46	2P47	2P48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf. mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostegium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguetia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0
<i>Tillandsia cf. latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E11	2E12	2E13	2E14	2E15	2E16	2E17	2E18	2E21	2E22	2E23	2E24	2E25	2E26	2E27	2E28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	15	0	37,5	15	15	15	15	15	62,5	15	0	0,1	15	15	2,5	15
<i>Festuca sp.2</i>	15	2,5	0	0	0	0	0	0	15	15	15	0	0	0	0,1	0
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	15	0	15	15	15	2,5	0	15	2,5	2,5	2,5	0	2,5	0	2,5	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex acetosella</i>	15	15	2,5	0	2,5	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5	15	2,5	2,5	2,5	2,5	15
<i>Paranephelium uniflorum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,5	2,5	15	2,5	15	2,5
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochoaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff.dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	0	2,5	0	0	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0,1	0	2,5	0,1	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	2,5	0	0	2,5	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca																
	Cobertura vegetal	Plantación mixta															
		Punto	2E11	2E12	2E13	2E14	2E15	2E16	2E17	2E18	2E21	2E22	2E23	2E24	2E25	2E26	2E27
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1	2,5	0	0	0	0
<i>cf. Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	15	2,5	15	15	0	2,5	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	2,5	15	15	2,5	2,5	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1	2,5	0,1	0,1
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	2,5
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0
<i>Myrosodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sievia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E11	2E12	2E13	2E14	2E15	2E16	2E17	2E18	2E21	2E22	2E23	2E24	2E25	2E26	2E27	2E28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	37,5	37,5	0	15	15	15	37,5	15	15	15	15	15	2,5	15	15	2,5
<i>Berberis cf.lutea</i>	2,5	2,5	15	2,5	15	15	15	15	2,5	0,1	0,1	2,5	0,1	0	0,1	0,1
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	37,5	15	15	15	15	15
<i>cf.Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostephium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0,1
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	2,5	2,5	0	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0	15	2,5	15	15	2,5	15
<i>Galium sp.1</i>	0	15	0,1	2,5	2,5	0,1	0	2,5	0	2,5	2,5	15	15	15	15	2,5
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	2,5	15	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E11	2E12	2E13	2E14	2E15	2E16	2E17	2E18	2E21	2E22	2E23	2E24	2E25	2E26	2E27	2E28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	37,5	15	37,5	37,5	15	15	37,5	37,5	2,5	37,5	62,5	15	37,5	37,5	15	0,1
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	15	15	0,1	37,5	0	15	37,5	15	37,5	15	15	15	15	15	2,5	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	2,5	2,5	0,1	0	0	15	0	0	0	2,5	15	0	0,1	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	15	0	15	15	37,5	15	15	37,5	15	15	15	37,5	0,1	2,5	15	62,5
<i>Tillandsia cf.latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E31	2E32	2E33	2E34	2E35	2E36	2E37	2E38	2E41	2E42	2E43	2E44	2E45	2E46	2E47	2E48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	0,1	15	0,1	0,1	2,5	15	15	0,1	37,5	15	15	2,5	0,1	0	15	0,1
<i>Festuca sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	2,5	0,1	2,5	0	0	15	15
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rumex acetosella</i>	2,5	15	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	15	15	2,5	0	0	0	2,5	15
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	0	0	0	0,1	0	2,5	0,1	0,1	15	15	15	62,5	15	0	2,5	0,1
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca																
	Cobertura vegetal	Plantación mixta															
		Punto	2E31	2E32	2E33	2E34	2E35	2E36	2E37	2E38	2E41	2E42	2E43	2E44	2E45	2E46	2E47
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0	0	0	0
<i>Gentiana aff.dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,5	2,5	2,5	0	0	15
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	2,5	0	0	2,5	15	15
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	2,5	2,5	0	0,1	0,1	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	15	0	0	15	2,5	2,5
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0,1	0,1	2,5	2,5	0	0,1	0	2,5	0,1	0	2,5	2,5	0,1	0,1	0,1
<i>Stellaria sp. 1</i>	2,5	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E31	2E32	2E33	2E34	2E35	2E36	2E37	2E38	2E41	2E42	2E43	2E44	2E45	2E46	2E47	2E48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Myosmodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sievia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	2,5	0	15	2,5
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0	2,5	15	2,5
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0	0,1	0	0,1	0,1
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombevana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0	0	0	0,1	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	15	0	0	0	15	15	2,5	15	2,5	87,5	37,5	37,5	15	2,5	15	37,5
<i>Berberis cf.lutea</i>	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,1	2,5	2,5	2,5	0	0,1	0,1	15	0,1
<i>Gynoxys nitida</i>	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	2,5	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E31	2E32	2E33	2E34	2E35	2E36	2E37	2E38	2E41	2E42	2E43	2E44	2E45	2E46	2E47	2E48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf. mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Escallonia</i>	2,5	2,5	15	2,5	0,1	0	2,5	0,1	15	15	15	15	15	15	15	15
<i>cf. Elaocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostephium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	15	15	15	2,5	15	15	15	2,5	0	0	37,5	15	0	0	15	15
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf. Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Rastrera sp1</i>	0	0	15	15	15	15	0	15	2,5	0,1	2,5	0,1	0,1	0	2,5	2,5
<i>Galium sp.1</i>	2,5	2,5	2,5	2,5	15	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	15	15	2,5	15
<i>Rastrera sp3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	15	15	2,5	2,5	15	15	15	2,5	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	2,5	0	0	0	0,1	15	2,5	15	15	0,1	15	37,5	62,5	15	0,1
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	15	15	0	37,5	15	2,5	37,5	62,5	0	0	0,1	0	0	15	2,5	0,1
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	37,5	37,5	2,5	0	62,5	15	15	0,1	15	15	15	2,5	2,5	2,5	15	15
<i>Tillandsia cf. latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z11	2Z12	2Z13	2Z14	2Z15	2Z16	2Z17	2Z18	2Z21	2Z22	2Z23	2Z24	2Z25	2Z26	2Z27	2Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	15	2,5	2,5	15	37,5	37,5	37,5	15	62,5	37,5	37,5	62,5	37,5	37,5	87,5	15
<i>Festuca sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria nubigena</i>	0,1	0	0	0	2,5	15	0,1	2,5	0	0,1	0	0	0	0,1	2,5	0
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0,1	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	15	0
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0	2,5	0,1	0,1	0	0,1	15	0
<i>Rumex acetosella</i>	2,5	0,1	0	15	0,1	15	2,5	15	0,1	2,5	15	0,1	2,5	15	2,5	0
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	2,5	0	0	15	15	0	2,5	0,1	0	0	0	2,5	0,1	0	0	2,5
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff. dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	2,5	15	0	0	0,1	0	0,1	15	0	0	0	0
<i>cf. Eringium humile</i>	2,5	2,5	2,5	0,1	0,1	0,1	0,1	2,5	0	0,1	0	0	0	0	2,5	0
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	2,5	0	0	2,5	0	2,5	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0
<i>Sisyrinchium sp</i>	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0	2,5	0	0,1	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z11	2Z12	2Z13	2Z14	2Z15	2Z16	2Z17	2Z18	2Z21	2Z22	2Z23	2Z24	2Z25	2Z26	2Z27	2Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Lactuca cf. serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0,1	0	0,1	0,1	15	0,1	2,5	0	0,1	0,1	0	0,1	2,5	0	0
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0	0	0	15	0,1	2,5	2,5	2,5	2,5	0	0,1	0	0	0
<i>cf. Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	2,5	15	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0,1	2,5
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stevia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z11	2Z12	2Z13	2Z14	2Z15	2Z16	2Z17	2Z18	2Z21	2Z22	2Z23	2Z24	2Z25	2Z26	2Z27	2Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbácea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0	0	0	0	2,5	2,5	0	0,1	15	15	15	15	15	15	15	62,5
<i>Berberis cf.lutea</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	2,5	0,1	2,5	2,5	0,1	2,5	0	2,5
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15	0	0	0,1	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escalonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostephium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	15	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	2,5	0	15	0	0	15
<i>Galium sp.1</i>	0,1	0	0	0	0,1	2,5	0	0	15	2,5	2,5	2,5	2,5	15	15	2,5
<i>Rastrera sp3</i>	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z11	2Z12	2Z13	2Z14	2Z15	2Z16	2Z17	2Z18	2Z21	2Z22	2Z23	2Z24	2Z25	2Z26	2Z27	2Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	15	0	15	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2,5	15	37,5	0,1	2,5	2,5	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	15	0,1	2,5	0,1	15	15	15	15	37,5	37,5	15	37,5	37,5	15	2,5	15
<i>Tillandsia cf.latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z31	2Z32	2Z33	2Z34	2Z35	2Z36	2Z37	2Z38	02Z41	02Z42	02Z43	02Z44	02Z45	02Z46	02Z47	02Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Festuca sp.1</i>	62,5	15	62,5	62,5	62,5	15	37,5	37,5	15	15	15	15	15	15	37,5	15
<i>Festuca sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Werneria nubigena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	15	0	0,1
<i>Ranunculus praemorsus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	2,5	0,1	2,5	15	15
<i>Alchemilla pinnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris meyeniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	2,5	15	0
<i>Rumex acetosella</i>	15	2,5	15	15	15	15	15	37,5	15	0,1	2,5	0	2,5	2,5	2,5	15
<i>Paranephelius uniflorus</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0
<i>Muhlenbeckia volcanica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lachemilla orbiculata</i>	0	0	15	0	0	0	87,5	0	0	0,1	0	37,5	0,1	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z31	2Z32	2Z33	2Z34	2Z35	2Z36	2Z37	2Z38	02Z41	02Z42	02Z43	02Z44	02Z45	02Z46	02Z47	02Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Juncus bufonius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis breviculmis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Astragalus garbancillo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentiana sedifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dichondra repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio macrorrhizus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Oenothera multicaulis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gamochaeta purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis corniculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gentianella aff.dolichopoda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oritrophium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Castilleja pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia diffusa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Brachyotum ledifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaerophyllum andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achyrocline alata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	2,5	0	0,1
<i>cf.Eringium humile</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1	2,5	1,5	0,1	1,5	0,1	0,1
<i>Galium corymbosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0	0	0	0,1	0
<i>Baccharis sp.1</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	2,5	2,5	0,1	0	1,5	2,5
<i>Sisyrinchium sp</i>	0,1	2,5	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1
<i>Lactuca cf.serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum sp.</i>	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calceolaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius ovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0,1	0	0	0
<i>Oxalis peduncularis</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1
<i>Daucus montanus</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,1	1,5	2,5
<i>cf.Chuquiraga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0
<i>Stachys arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Arenaria sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Taraxacum officinale</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio serratifolius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina pentlandiana</i>	2,5	0	0	2,5	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina exsertovenosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ribes sp. 1</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z31	2Z32	2Z33	2Z34	2Z35	2Z36	2Z37	2Z38	02Z41	02Z42	02Z43	02Z44	02Z45	02Z46	02Z47	02Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Stellaria sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranium stuebelii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrosmodes nubigenum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella biloba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa longofilia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sievia macbridei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belloa piptolepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halenia umbellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plantago australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 66</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphanes arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp 68</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp.2</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disterigma sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bidens andicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paronychia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp74</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bartsia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Veronica sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepechinia meyenii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conyza sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypericum laricifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urtica echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphrena sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salpichroa sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cerastium sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herbacea sp84</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Minthostachys mollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ranunculus cymbalaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cranichis sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
<i>Carex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio sp. 3</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paranephelius sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peperomia microphylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solanum hispidum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barnadesia dombeyana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ageratina glechonophylla</i>	0	0,1	0	0,1	2,5	15	2,5	0	2,5	2,5	0	0,1	0	0	0	15

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z31	2Z32	2Z33	2Z34	2Z35	2Z36	2Z37	2Z38	02Z41	02Z42	02Z43	02Z44	02Z45	02Z46	02Z47	02Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>Berberis cf.lutea</i>	0,1	0	0	2,5	0,1	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0,1
<i>Gynoxys nitida</i>	0	0	0	0	0	0	0	15	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tessaria integrifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Hesperomeles cuneata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lupinus cf.mutabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baccharis odorata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senna versicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Escallonia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Elaeocarpaceae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplostephium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristeguietia discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polystichum montevidensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cystopteris fragilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0
<i>Polypodium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Dryopteris sp.</i>	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>cf.Asplenium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteridium aquilinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp1</i>	0,1	0,1	0	2,5	0	0	15	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Galium sp.1</i>	15	0	0	2,5	0	0	0	15	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Rastrera sp3</i>	0,1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,5	0,1
<i>Bomarea sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bignonia sp. 1</i>	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Passiflora tripartita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis weberbaueri</i>	0,1	0	2,5	2,5	2,5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Polylepis sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Reg. Eucalyptus globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elaphoglossum sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musgo sp.</i>	15	15	37,5	37,5	15	2,5	0,1	37,5	0	0,1	0	2,5	15	37,5	15	37,5
<i>Tillandsia cf.latifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 7. Valores de la escala de Braun-Blanquet para uso cuantitativo en ecosistemas forestales (cobertura de dosel)

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C11	1C12	1C13	1C14	1C15	1C16	1C17	1C18	1C21	1C22	1C23	1C24	1C25	1C26	1C27	1C28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.sericea</i>	62,5	87,5	62,5	87,5	87,5	37,5	15	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>E.globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Bosque nativo de queñual															
Punto	1C31	1C32	1C33	1C34	1C35	1C36	1C37	1C38	1C41	1C42	1C43	1C44	1C45	1C46	1C47	1C48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.sericea</i>	62,5	87,5	87,5	87,5	37,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>E.globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z11	1Z12	1Z13	1Z14	1Z15	1Z16	1Z17	1Z18	1Z21	1Z22	1Z23	1Z24	1Z25	1Z26	1Z27	1Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.incana</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	62,5	37,5	87,5	62,5	62,5	62,5	37,5	37,5	62,5	62,5	87,5
<i>P.sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Llanganuco															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	1Z31	1Z32	1Z33	1Z34	1Z35	1Z36	1Z37	1Z38	1Z41	1Z42	1Z43	1Z44	1Z45	1Z46	1Z47	1Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.sericea</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>E.globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E11	2E12	2E13	2E14	2E15	2E16	2E17	2E18	2E21	2E22	2E23	2E24	2E25	2E26	2E27	2E28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.weberbaueri</i>	37,5	37,5	62,5	62,5	15	0	15	37,5	37,5	37,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>P.incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.globulus</i>	62,5	37,5	37,5	37,5	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	37,5	87,5	37,5	15	87,5	87,5	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación mixta															
Punto	2E31	2E32	2E33	2E34	2E35	2E36	2E37	2E38	2E41	2E42	2E43	2E44	2E45	2E46	2E47	2E48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.weberbaueri</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	37,5	62,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>P.incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.globulus</i>	62,5	37,5	15	15	62,5	62,5	15	15	87,5	15	87,5	62,5	62,5	87,5	62,5	62,5

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z11	2Z12	2Z13	2Z14	2Z15	2Z16	2Z17	2Z18	2Z21	2Z22	2Z23	2Z24	2Z25	2Z26	2Z27	2Z28
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	87,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.weberbaueri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
<i>P.incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Valle	Quillcayhuanca															
Cobertura vegetal	Plantación de queñual															
Punto	2Z31	2Z32	2Z33	2Z34	2Z35	2Z36	2Z37	2Z38	02Z41	02Z42	02Z43	02Z44	02Z45	02Z46	02Z47	02Z48
Especie	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)	Cobertura (%)
<i>P.racemosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	62,5	87,5
<i>P.weberbaueri</i>	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.incana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P.sericea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E.globulus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 8. Pruebas estadísticas

Prueba estadística Kruskal Wallis para las variables de los ocho grupos tipos de cobertura vegetal (utilizada para la biodiversidad y parámetros de medición forestal)

Estadísticos de contraste para las variables entre los ocho tipos de cobertura vegetal ^{a,b}

	K_{fs}	S	H'	1-D'	AB	D. Arb	<i>P.racemosa</i>	<i>P.weberbaueri</i>	<i>P.incana</i>	<i>P.sericea</i>	<i>E.globulus</i>
Chi cuadrado	52,98	120,68	122,87	118,35	104,63	136,15	190,84	183,79	190,59	189,39	182,14
gl	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Sig.	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tipo de cobertura vegetal

Rangos de la prueba Kruskal Wallis entre los tipos de cobertura vegetal

	Cobertura vegetal	N	Rango promedio
K_{fs}	01P	32	53,36
	01C	32	113,02
	01ZI	16	86,72
	01ZM	16	105,88
	02P	32	73,14
	02E	32	143,27
	02ZI	16	88,00
	02ZM	16	111,84
	Total	192	
S	01P	32	58,92
	01C	32	137,98
	01ZI	16	173,09
	01ZM	16	122,59
	02P	32	31,84
	02E	32	123,05
	02ZI	16	75,94
	02ZM	16	82,78
	Total	192	
H'	01P	32	66,84
	01C	32	137,95
	01ZI	16	158,72
	01ZM	16	132,00
	02P	32	29,78
	02E	32	132,73
	02ZI	16	62,16
	02ZM	16	70,50
	Total	192	
1-D'	01P	32	67,81
	01C	32	134,66
	01ZI	16	154,81
	01ZM	16	135,25
	02P	32	27,97
	02E	32	132,73
	02ZI	16	68,19
	02ZM	16	73,41
	Total	192	
Área Basal	01P	32	45,50
	01C	32	103,73
	01ZI	16	138,81
	01ZM	16	98,69
	02P	32	45,50
	02E	32	135,97
	02ZI	16	145,50
	02ZM	16	113,59
	Total	192	
Densidad arbórea	01P	32	45,50
	01C	32	87,89
	01ZI	16	153,03
	01ZM	16	100,38
	02P	32	45,50
	02E	32	127,95

	Cobertura vegetal	N	Rango promedio
	02ZI	16	182,97
	02ZM	16	107,94
	Total	192	
<i>P.racemosa</i>	01P	32	88,50
	01C	32	88,50
	01ZI	16	88,50
	01ZM	16	88,50
	02P	32	88,50
	02E	32	88,50
	02ZI	16	184,50
	02ZM	16	88,50
	Total	192	
<i>P.weberbaueri</i>	01P	32	73,00
	01C	32	73,00
	01ZI	16	73,00
	01ZM	16	73,00
	02P	32	73,00
	02E	32	163,00
	02ZI	16	73,00
	02ZM	16	175,00
	Total	192	
<i>P.incana</i>	01P	32	88,50
	01C	32	88,50
	01ZI	16	184,50
	01ZM	16	88,50
	02P	32	88,50
	02E	32	88,50
	02ZI	16	88,50
	02ZM	16	88,50
	Total	192	
<i>P.sericea</i>	01P	32	72,50
	01C	32	167,00
	01ZI	16	72,50
	01ZM	16	171,50
	02P	32	72,50
	02E	32	72,50
	02ZI	16	72,50
	02ZM	16	72,50
	Total	192	
<i>E.globulus</i>	01P	32	81
	01C	32	81
	01ZI	16	81
	01ZM	16	81
	02P	32	81
	02E	32	174
	02ZI	16	81
	02ZM	16	81
	Total	192	

Comparaciones múltiples de las variables mediante la prueba de Games Howell entre los tipos de cobertura vegetal

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
K_{fs}	01P	01C	-9,97125*	233,108	,003	-174,361	-25,064
		01ZI	-250,031	135,806	,599	-69,205	19,198
		01ZM	-823,531	304,971	,188	-187,016	22,310
		02P	-252,719	142,986	,644	-70,377	19,833
		02E	-21,77219*	368,354	,000	-336,599	-98,845
		02ZI	-494,719	288,536	,679	-148,302	49,358
		02ZM	-1,112,344	486,032	,356	-279,795	57,326
	01C	01P	9,97125*	233,108	,003	25,064	174,361
		01ZI	747,094	246,243	,072	-,3703	153,122
		01ZM	173,594	367,695	1,000	-101,856	136,574
		02P	744,406	250,274	,080	-,4857	153,738
		02E	-1,180,094	421,754	,118	-251,255	15,236
		02ZI	502,406	354,183	,842	-64,188	164,669
		02ZM	-115,219	527,655	1,000	-188,093	165,050
	01ZI	01P	250,031	135,806	,599	-19,198	69,205
		01C	-747,094	246,243	,072	-153,122	-,3703
		01ZM	-573,500	315,125	,615	-164,067	49,367
		02P	-,02688	163,528	1,000	-52,383	51,846
		02E	-19,27188*	376,803	,000	-313,778	-71,660
		02ZI	-244,688	299,248	,990	-125,522	76,584
		02ZM	-862,313	492,467	,658	-255,902	83,439
	01ZM	01P	823,531	304,971	,188	-22,310	187,016
		01C	-173,594	367,695	1,000	-136,574	101,856
		01ZI	573,500	315,125	,615	-49,367	164,067

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		02P	570,813	318,285	,631	-50,160	164,322
		02E	-1,353,688	465,344	,095	-283,264	12,527
		02ZI	328,813	405,110	,991	-98,962	164,724
		02ZM	-288,813	563,106	,999	-214,769	157,007
	02P	01P	252,719	142,986	,644	-19,833	70,377
		01C	-744,406	250,274	,080	-153,738	,4857
		01ZI	,02688	163,528	1,000	-51,846	52,383
		01ZM	-570,813	318,285	,631	-164,322	50,160
		02E	-19,24500*	379,450	,000	-314,119	-70,781
		02ZI	-242,000	302,575	,991	-125,808	77,408
		02ZM	-859,625	494,495	,665	-255,955	84,030
	02E	01P	21,77219*	368,354	,000	98,845	336,599
		01C	1,180,094	421,754	,118	-15,236	251,255
		01ZI	19,27188*	376,803	,000	71,660	313,778
		01ZM	1,353,688	465,344	,095	-12,527	283,264
		02P	19,24500*	379,450	,000	70,781	314,119
		02ZI	16,82500*	454,742	,012	23,829	312,671
		02ZM	1,064,875	599,804	,640	-87,898	300,873
	02ZI	01P	494,719	288,536	,679	-49,358	148,302
		01C	-502,406	354,183	,842	-164,669	64,188
		01ZI	244,688	299,248	,990	-76,584	125,522
		01ZM	-328,813	405,110	,991	-164,724	98,962
		02P	242,000	302,575	,991	-77,408	125,808
		02E	-16,82500*	454,742	,012	-312,671	-23,829
		02ZM	-617,625	554,377	,947	-245,338	121,813
	02ZM	01P	1,112,344	486,032	,356	-57,326	279,795
		01C	115,219	527,655	1,000	-165,050	188,093
		01ZI	862,313	492,467	,658	-83,439	255,902
01ZM		288,813	563,106	,999	-157,007	214,769	
02P		859,625	494,495	,665	-84,030	255,955	
02E		-1,064,875	599,804	,640	-300,873	87,898	
02ZI		617,625	554,377	,947	-121,813	245,338	
S	01P	01C	-6,500*	,659	,000	-8,57	-4,43
		01ZI	-10,406*	,721	,000	-12,77	-8,04
		01ZM	-5,219*	,946	,000	-8,39	-2,05
		02P	2,344*	,530	,001	,68	4,01

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		02E	-5,250*	,722	,000	-7,53	-2,97
		02ZI	-1,344	1,044	,893	-4,87	2,18
		02ZM	-1,719	1,188	,825	-5,76	2,32
	01C	01P	6,500*	,659	,000	4,43	8,57
		01ZI	-3,906*	,810	,001	-6,51	-1,30
		01ZM	1,281	1,015	,905	-2,05	4,61
		02P	8,844*	,646	,000	6,81	10,88
		02E	1,250	,811	,782	-1,30	3,80
		02ZI	5,156*	1,107	,002	1,49	8,82
		02ZM	4,781*	1,244	,017	,63	8,93
	01ZI	01P	10,406*	,721	,000	8,04	12,77
		01C	3,906*	,810	,001	1,30	6,51
		01ZM	5,188*	1,057	,001	1,72	8,65
		02P	12,750*	,709	,000	10,42	15,08
		02E	5,156*	,862	,000	2,40	7,91
		02ZI	9,063*	1,145	,000	5,29	12,84
		02ZM	8,688*	1,278	,000	4,44	12,93
	01ZM	01P	5,219*	,946	,000	2,05	8,39
		01C	-1,281	1,015	,905	-4,61	2,05
		01ZI	-5,188*	1,057	,001	-8,65	-1,72
		02P	7,563*	,937	,000	4,41	10,71
		02E	-,031	1,057	1,000	-3,47	3,41
		02ZI	3,875	1,299	,091	-,35	8,10
		02ZM	3,500	1,417	,249	-1,13	8,13
	02P	01P	-2,344*	,530	,001	-4,01	-,68
		01C	-8,844*	,646	,000	-10,88	-6,81
		01ZI	-12,750*	,709	,000	-15,08	-10,42
		01ZM	-7,563*	,937	,000	-10,71	-4,41
02E		-7,594*	,710	,000	-9,84	-5,35	
02ZI		-3,688*	1,036	,035	-7,19	-,18	
	02ZM	-4,063*	1,181	,047	-8,09	-,04	
02E	01P	5,250*	,722	,000	2,97	7,53	
	01C	-1,250	,811	,782	-3,80	1,30	
	01ZI	-5,156*	,862	,000	-7,91	-2,40	
	01ZM	,031	1,057	1,000	-3,41	3,47	
	02P	7,594*	,710	,000	5,35	9,84	
	02ZI	3,906*	1,146	,037	,15	7,66	
	02ZM	3,531	1,279	,152	-,70	7,76	
02ZI	01P	1,344	1,044	,893	-2,18	4,87	

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		01C	-5,156*	1,107	,002	-8,82	-1,49
		01ZI	-9,063*	1,145	,000	-12,84	-5,29
		01ZM	-3,875	1,299	,091	-8,10	,35
		02P	3,688*	1,036	,035	,18	7,19
		02E	-3,906*	1,146	,037	-7,66	-,15
		02ZM	-,375	1,484	1,000	-5,21	4,46
	02ZM	01P	1,719	1,188	,825	-2,32	5,76
		01C	-4,781*	1,244	,017	-8,93	-,63
		01ZI	-8,688*	1,278	,000	-12,93	-4,44
		01ZM	-3,500	1,417	,249	-8,13	1,13
		02P	4,063*	1,181	,047	,04	8,09
		02E	-3,531	1,279	,152	-7,76	,70
		02ZI	,375	1,484	1,000	-4,46	5,21
	H'	01P	01C	-,59469*	,06966	,000	-,8133
01ZI			-,74594*	,06855	,000	-,9656	-,5263
01ZM			-,53094*	,07656	,000	-,7788	-,2831
02P			,51688*	,09486	,000	,2165	,8172
02E			-,54781*	,07251	,000	-,7755	-,3201
02ZI			,05719	,09551	,999	-,2584	,3728
02ZM			-,03344	,08747	1,000	-,3202	,2533
01C		01P	,59469*	,06966	,000	,3761	,8133
		01ZI	-,15125	,07228	,436	-,3819	,0794
		01ZM	,06375	,07992	,992	-,1934	,3209
		02P	1,11156*	,09760	,000	,8034	14,197
		02E	,04688	,07605	,999	-,1917	,2855
		02ZI	,65188*	,09822	,000	,3297	,9741
		02ZM	,56125*	,09043	,000	,2669	,8556
01ZI		01P	,74594*	,06855	,000	,5263	,9656
		01C	,15125	,07228	,436	-,0794	,3819
		01ZM	,21500	,07894	,156	-,0425	,4725
		02P	1,26281*	,09680	,000	,9553	15,703
		02E	,19813	,07503	,170	-,0408	,4371
		02ZI	,80313*	,09743	,000	,4812	11,251
		02ZM	,71250*	,08957	,000	,4182	10,068
01ZM		01P	,53094*	,07656	,000	,2831	,7788
		01C	-,06375	,07992	,992	-,3209	,1934
		01ZI	-,21500	,07894	,156	-,4725	,0425
		02P	1,04781*	,10263	,000	,7220	13,736
		02E	-,01688	,08241	1,000	-,2811	,2474

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		02ZI	,58813*	,10323	,000	,2500	,9262
		02ZM	,49750*	,09584	,000	,1848	,8102
	02P	01P	-,51688*	,09486	,000	-,8172	-,2165
		01C	-1,11156*	,09760	,000	-14,197	-,8034
		01ZI	-1,26281*	,09680	,000	-15,703	-,9553
		01ZM	-1,04781*	,10263	,000	-13,736	-,7220
		02E	-1,06469*	,09965	,000	-13,788	-,7506
		02ZI	-,45969*	,11745	,008	-,8350	-,0844
		02ZM	-,55031*	,11101	,000	-,9038	-,1969
	02E	01P	,54781*	,07251	,000	,3201	,7755
		01C	-,04688	,07605	,999	-,2855	,1917
		01ZI	-,19813	,07503	,170	-,4371	,0408
		01ZM	,01688	,08241	1,000	-,2474	,2811
		02P	1,06469*	,09965	,000	,7506	13,788
		02ZI	,60500*	,10026	,000	,2776	,9324
		02ZM	,51438*	,09264	,000	,2142	,8146
	02ZI	01P	-,05719	,09551	,999	-,3728	,2584
		01C	-,65188*	,09822	,000	-,9741	-,3297
		01ZI	-,80313*	,09743	,000	-11,251	-,4812
		01ZM	-,58813*	,10323	,000	-,9262	-,2500
		02P	,45969*	,11745	,008	,0844	,8350
		02E	-,60500*	,10026	,000	-,9324	-,2776
		02ZM	-,09063	,11156	,991	-,4540	,2727
	02ZM	01P	,03344	,08747	1,000	-,2533	,3202
		01C	-,56125*	,09043	,000	-,8556	-,2669
		01ZI	-,71250*	,08957	,000	-10,068	-,4182
		01ZM	-,49750*	,09584	,000	-,8102	-,1848
		02P	,55031*	,11101	,000	,1969	,9038
		02E	-,51438*	,09264	,000	-,8146	-,2142
		02ZI	,09063	,11156	,991	-,2727	,4540
1-D'	01P	01C	-,12781*	,02275	,000	-,1992	-,0565
		01ZI	-,16031*	,01852	,000	-,2192	-,1014
		01ZM	-,13219*	,02186	,000	-,2018	-,0626
		02P	,21531*	,03800	,000	,0945	,3361
		02E	-,12438*	,02112	,000	-,1907	-,0580
		02ZI	,0630094	,02898	1,000	-,0935	,0954
		02ZM	-,01906	,02601	,995	-,1030	,0649
	01C	01P	,12781*	,02275	,000	,0565	,1992
		01ZI	-,03250	,01799	,619	-,0897	,0247

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		01ZM	-,00438	,02141	1,000	-,0726	,0638
		02P	,34313*	,03775	,000	,2230	,4633
		02E	,00344	,02066	1,000	-,0614	,0683
		02ZI	,12875*	,02865	,002	,0352	,2223
		02ZM	,10875*	,02564	,004	,0259	,1916
		01P	,16031*	,01852	,000	,1014	,2192
	01ZI	01C	,03250	,01799	,619	-,0247	,0897
		01ZM	,02813	,01686	,706	-,0276	,0839
		02P	,37563*	,03536	,000	,2617	,4896
		02E	,03594	,01588	,336	-,0145	,0864
		02ZI	,16125*	,02542	,000	,0750	,2475
		02ZM	,14125*	,02197	,000	,0673	,2152
	01ZM	01P	,13219*	,02186	,000	,0626	,2018
		01C	,00438	,02141	1,000	-,0638	,0726
		01ZI	-,02813	,01686	,706	-,0839	,0276
		02P	,34750*	,03722	,000	,2286	,4664
		02E	,00781	,01968	1,000	-,0553	,0709
		02ZI	,13313*	,02795	,002	,0408	,2255
	02P	02ZM	,11313*	,02486	,002	,0317	,1946
		01P	-,21531*	,03800	,000	-,3361	-,0945
		01C	-,34313*	,03775	,000	-,4633	-,2230
		01ZI	-,37563*	,03536	,000	-,4896	-,2617
		01ZM	-,34750*	,03722	,000	-,4664	-,2286
		02E	-,33969*	,03679	,000	-,4573	-,2221
	02E	02ZI	-,21438*	,04180	,000	-,3471	-,0817
		02ZM	-,23438*	,03980	,000	-,3608	-,1079
		01P	,12438*	,02112	,000	,0580	,1907
		01C	-,00344	,02066	1,000	-,0683	,0614
01ZI		-,03594	,01588	,336	-,0864	,0145	
01ZM		-,00781	,01968	1,000	-,0709	,0553	
02ZI	02P	,33969*	,03679	,000	,2221	,4573	
	02ZI	,12531*	,02737	,002	,0349	,2158	
	02ZM	,10531*	,02420	,003	,0262	,1844	
	01P	-,00094	,02898	1,000	-,0954	,0935	
	01C	-,12875*	,02865	,002	-,2223	-,0352	
	01ZI	-,16125*	,02542	,000	-,2475	-,0750	
	01ZM	-,13313*	,02795	,002	-,2255	-,0408	
	02P	,21438*	,04180	,000	,0817	,3471	
	02E	-,12531*	,02737	,002	-,2158	-,0349	

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
	02ZM	02ZM	-,02000	,03130	,998	-,1220	,0820
		01P	,01906	,02601	,995	-,0649	,1030
		01C	-,10875*	,02564	,004	-,1916	-,0259
		01ZI	-,14125*	,02197	,000	-,2152	-,0673
		01ZM	-,11313*	,02486	,002	-,1946	-,0317
		02P	,23438*	,03980	,000	,1079	,3608
		02E	-,10531*	,02420	,003	-,1844	-,0262
		02ZI	,02000	,03130	,998	-,0820	,1220
Área basal	01C	01ZI	-1,760,500	1,129,942	,772	-534,754	182,654
		01ZM	537,875	1,526,744	1,000	-440,929	548,504
		02E	-2,680,031	1,374,170	,523	-699,214	163,208
		02ZI	-2,300,813	1,043,915	,369	-562,147	101,985
		02ZM	,22000	1,210,359	1,000	-382,808	387,208
	01ZI	01C	1,760,500	1,129,942	,772	-182,654	534,754
		01ZM	2,298,375	1,386,681	,713	-231,069	690,744
		02E	-919,531	1,216,668	,995	-478,259	294,352
		02ZI	-540,313	825,649	,998	-324,110	216,048
		02ZM	1,782,500	1,028,060	,666	-157,002	513,502
	01ZM	01C	-537,875	1,526,744	1,000	-548,504	440,929
		01ZI	-2,298,375	1,386,681	,713	-690,744	231,069
		02E	-3,217,906	1,591,998	,483	-834,466	190,885
		02ZI	-2,838,688	1,317,526	,417	-728,387	160,649
		02ZM	-515,875	1,452,957	1,000	-530,012	426,837
	02E	01C	2,680,031	1,374,170	,523	-163,208	699,214
		01ZI	919,531	1,216,668	,995	-294,352	478,259
		01ZM	3,217,906	1,591,998	,483	-190,885	834,466
		02ZI	379,219	1,137,220	1,000	-324,461	400,305
		02ZM	2,702,031	1,291,696	,435	-140,024	680,430
	02ZI	01C	2,300,813	1,043,915	,369	-101,985	562,147
		01ZI	540,313	825,649	,998	-216,048	324,110
		01ZM	2,838,688	1,317,526	,417	-160,649	728,387
		02E	-379,219	1,137,220	1,000	-400,305	324,461
02ZM		2,322,813	932,682	,244	-75,216	539,779	
02ZM	01C	-,22000	1,210,359	1,000	-387,208	382,808	
	01ZI	-1,782,500	1,028,060	,666	-513,502	157,002	
	01ZM	515,875	1,452,957	1,000	-426,837	530,012	
	02E	-2,702,031	1,291,696	,435	-680,430	140,024	
	02ZI	-2,322,813	932,682	,244	-539,779	75,216	
Desnsidad arbórea	01C	01ZI	-1.745,80937*	25,784,002	,000	-2.603,6512	-8,879,676
		01ZM	-34,916,188	27,284,273	,897	-1.260,9093	5,625,855

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		02E	-947,72563*	21,029,257	,001	-1.610,8768	-2,845,744
		02ZI	-6.185,15875*	58,052,987	,000	-8.190,8499	-4.179,4676
		02ZM	-49,880,313	28,677,367	,664	-1.460,5703	4,629,641
	01ZI	01C	1.745,80937*	25,784,002	,000	8,879,676	2.603,6512
		01ZM	1.396,64750*	33,781,359	,006	2,971,267	2.496,1683
		02E	79,808,375	28,965,123	,143	-1,397,565	1.735,9240
		02ZI	-4.439,34938*	61,375,060	,000	-6.510,7402	-2.367,9585
		02ZM	1.247,00625*	34,916,186	,024	1,095,941	2.384,4184
	01ZM	01C	34,916,188	27,284,273	,897	-5,625,855	1.260,9093
		01ZI	-1.396,64750*	33,781,359	,006	-2.496,1683	-2,971,267
		02E	-59,856,375	30,308,334	,514	-1.584,1463	3,870,188
		02ZI	-5.835,99688*	62,020,277	,000	-7.921,7759	-3.750,2178
		02ZM	-14,964,125	36,038,269	1,000	-1.322,5151	1.023,2326
	02E	01C	947,72563*	21,029,257	,001	2,845,744	1.610,8768
		01ZI	-79,808,375	28,965,123	,143	-1.735,9240	1,397,565
		01ZM	59,856,375	30,308,334	,514	-3,870,188	1.584,1463
		02ZI	-5.237,43313*	59,534,132	,000	-7.269,4742	-3.205,3921
		02ZM	44,892,250	31,568,258	,840	-5,816,266	1.479,4716
	02ZI	01C	6.185,15875*	58,052,987	,000	4.179,4676	8.190,8499
		01ZI	4.439,34938*	61,375,060	,000	2.367,9585	6.510,7402
		01ZM	5.835,99688*	62,020,277	,000	3.750,2178	7.921,7759
		02E	5.237,43313*	59,534,132	,000	3.205,3921	7.269,4742
		02ZM	5.686,35563*	62,645,627	,000	3.586,1910	7.786,5202
	02ZM	01C	49,880,313	28,677,367	,664	-4,629,641	1.460,5703
		01ZI	-1.247,00625*	34,916,186	,024	-2.384,4184	-1,095,941
01ZM		14,964,125	36,038,269	1,000	-1.023,2326	1.322,5151	
02E		-44,892,250	31,568,258	,840	-1.479,4716	5,816,266	
02ZI		-5.686,35563*	62,645,627	,000	-7.786,5202	-3.586,1910	
<i>P.racemosa</i> (cobertura dosel)	01C	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZI	-84,37500*	213,478	,000	-918,319	-769,181
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	01ZI	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZI	-84,37500*	213,478	,000	-918,319	-769,181
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
01ZM	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %		
						Límite inferior	Límite superior	
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02ZI	-84,37500*	213,478	,000	-918,319	-769,181	
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
	02E	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02ZI	-84,37500*	213,478	,000	-918,319	-769,181	
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
	02ZI	01C	84,37500*	213,478	,000	769,181	918,319	
		01ZI	84,37500*	213,478	,000	769,181	918,319	
		01ZM	84,37500*	213,478	,000	769,181	918,319	
		02E	84,37500*	213,478	,000	769,181	918,319	
		02ZM	84,37500*	213,478	,000	769,181	918,319	
	02ZM	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02ZI	-84,37500*	213,478	,000	-918,319	-769,181	
	<i>P.weberbaueri</i> (cobertura dosel)	01C	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
			01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
02E			-67,73438*	483,258	,000	-834,222	-520,466	
02ZI			,00000	,00000	.	,0000	,0000	
02ZM			-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000	
01ZI		01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02E	-67,73438*	483,258	,000	-834,222	-520,466	
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02ZM	-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000	
01ZM		01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02E	-67,73438*	483,258	,000	-834,222	-520,466	
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
		02ZM	-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000	
02E		01C	67,73438*	483,258	,000	520,466	834,222	
		01ZI	67,73438*	483,258	,000	520,466	834,222	
		01ZM	67,73438*	483,258	,000	520,466	834,222	
		02ZI	67,73438*	483,258	,000	520,466	834,222	
		02ZM	-19,76563*	483,258	,006	-354,534	-40,778	
02ZI	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000		

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	-67,73438*	483,258	,000	-834,222	-520,466
		02ZM	-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000
		01C	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
	02ZM	01ZI	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
		01ZM	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
		02E	19,76563*	483,258	,006	40,778	354,534
		02ZI	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
		01C	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
<i>P. incana</i> (cobertura dosel)	01C	01ZI	-67,18750*	468,750	,000	-835,611	-508,139
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	01ZI	01C	67,18750*	468,750	,000	508,139	835,611
		01ZM	67,18750*	468,750	,000	508,139	835,611
		02E	67,18750*	468,750	,000	508,139	835,611
		02ZI	67,18750*	468,750	,000	508,139	835,611
		02ZM	67,18750*	468,750	,000	508,139	835,611
	01ZM	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZI	-67,18750*	468,750	,000	-835,611	-508,139
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	02E	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZI	-67,18750*	468,750	,000	-835,611	-508,139
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	02ZI	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZI	-67,18750*	468,750	,000	-835,611	-508,139
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	02ZM	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZI	-67,18750*	468,750	,000	-835,611	-508,139
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
02E		,00000	,00000	.	,0000	,0000	
02ZI		,00000	,00000	.	,0000	,0000	
<i>P. sericea</i>	01C	01ZI	79,76563*	320,927	,000	693,475	901,837

Variable dependiente (cobertura dosel)	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		01ZM	-773,438	320,927	,272	-181,525	26,837
		02E	79,76563*	320,927	,000	693,475	901,837
		02ZI	79,76563*	320,927	,000	693,475	901,837
		02ZM	79,76563*	320,927	,000	693,475	901,837
		01C	-79,76563*	320,927	,000	-901,837	-693,475
	01ZI	01ZM	-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01C	773,438	320,927	,272	-26,837	181,525
	01ZM	01ZI	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
		02E	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
		02ZI	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
		02ZM	8,750,000	,00000	.	875,000	875,000
		01C	-79,76563*	320,927	,000	-901,837	-693,475
	02E	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01C	-79,76563*	320,927	,000	-901,837	-693,475
	02ZI	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000
		02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01C	-79,76563*	320,927	,000	-901,837	-693,475
02ZM	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
	01ZM	-8,750,000	,00000	.	-875,000	-875,000	
	02E	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
	02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000	
	01C	-79,76563*	320,927	,000	-901,837	-693,475	
<i>E.globulus</i> (cobertura dosel)	01C	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	-54,76563*	507,300	,000	-712,339	-382,974
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	01ZI	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	-54,76563*	507,300	,000	-712,339	-382,974
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
01ZM	01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000	

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	-54,76563*	507,300	,000	-712,339	-382,974
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01C	54,76563*	507,300	,000	382,974	712,339
	02E	01ZI	54,76563*	507,300	,000	382,974	712,339
		01ZM	54,76563*	507,300	,000	382,974	712,339
		02ZI	54,76563*	507,300	,000	382,974	712,339
		02ZM	54,76563*	507,300	,000	382,974	712,339
		01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	02ZI	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	-54,76563*	507,300	,000	-712,339	-382,974
		02ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000
	02ZM	01ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01ZM	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		02E	-54,76563*	507,300	,000	-712,339	-382,974
		02ZI	,00000	,00000	.	,0000	,0000
		01C	,00000	,00000	.	,0000	,0000

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Prueba estadística Kruskal Wallis para las variables de los seis tipos de cobertura vegetal (utilizada para las condiciones del suelo)

Estadísticos de contraste ^{a,b}							
	ρ_a	M.O	O	Arena	Limo	Arcilla	K_{fS}
Chi-cuadrado	36,361	17,164	87,963	84,481	76,709	73,410	46,718
gl	5	5	5	5	5	5	5
Sig. asintót.	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tipo de cobertura vegetal

Rangos de la prueba Kruskal Wallis en las propiedades del suelo por tipo de vegetación

	Cobertura vegetal	N	Rango promedio
<i>ρ_a</i>	01P	32	115,17
	01C	32	107,86
	01Z	32	115,22
	02P	24	87,40
	02E	32	76,64
	02Z	32	51,44
	Total	184	
M.O	01P	32	73,36
	01C	32	72,95
	01Z	32	88,73
	02P	24	106,31
	02E	32	101,45
	02Z	32	115,64
	Total	184	
O	01P	32	76,78
	01C	32	112,19
	01Z	32	63,48
	02P	24	29,77
	02E	32	148,17
	02Z	32	108,92
	Total	184	
Arena	01P	32	48,11
	01C	32	144,83
	01Z	32	134,45
	02P	24	70,19
	02E	32	69,36
	02Z	32	82,48
	Total	184	
Limo	01P	32	139,98
	01C	32	43,53
	01Z	32	54,84
	02P	24	112,50
	02E	32	112,30
	02Z	32	96,84
	Total	184	
Arcilla	01P	32	109,69
	01C	32	45,84
	01Z	32	49,75

	Cobertura vegetal	N	Rango promedio
	02P	24	118,15
	02E	32	121,80
	02Z	32	116,19
	Total	184	
K_{fs}	01P	32	48,83
	01C	32	106,05
	01Z	32	89,52
	02P	24	77,73
	02E	32	135,83
	02Z	32	93,36
	Total	184	

Prueba de comparaciones múltiples Games Howell en las propiedades del suelo por cada tipo de cobertura vegetal

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
						ρ_a	01P
01Z	-,01136	,04451	1,000	-,1423	,1196		
02P	,11392	,04713	,171	-,0261	,2539		
02E	,13987*	,03635	,004	,0327	,2470		
02Z	,22225*	,03985	,000	,1050	,3394		
01C	01P	,00538	,06862	1,000	-,1990		,2098
	01Z	-,00598	,07067	1,000	-,2157		,2038
	02P	,11931	,07234	,571	-,0953		,3339
	02E	,14525	,06583	,258	-,0521		,3426
	02Z	,22763*	,06783	,019	,0253		,4300
01Z	01P	,01136	,04451	1,000	-,1196		,1423
	01C	,00598	,07067	1,000	-,2038		,2157
	02P	,12528	,05007	,143	-,0230		,2735
	02E	,15122*	,04009	,005	,0327		,2697
	02Z	,23360*	,04328	,000	,1061		,3611
02P	01P	-,11392	,04713	,171	-,2539		,0261
	01C	-,11931	,07234	,571	-,3339		,0953
	01Z	-,12528	,05007	,143	-,2735		,0230
	02E	,02594	,04297	,990	-,1029		,1548
	02Z	,10832	,04597	,194	-,0285		,2452
02E	01P	-,13987*	,03635	,004	-,2470		-,0327
	01C	-,14525	,06583	,258	-,3426		,0521
	01Z	-,15122*	,04009	,005	-,2697		-,0327
	02P	-,02594	,04297	,990	-,1548		,1029
	02Z	,08238	,03483	,185	-,0202		,1850
02Z	01P	-,22225*	,03985	,000	-,3394		-,1050
	01C	-,22763*	,06783	,019	-,4300		-,0253
	01Z	-,23360*	,04328	,000	-,3611		-,1061
	02P	-,10832	,04597	,194	-,2452	,0285	
	02E	-,08238	,03483	,185	-,1850	,0202	
O	01P	01C	-1,26172*	,29876	,002	-2,1535	-,3699
		01Z	,20703	,20805	,918	-,4072	,8213
		02P	1,03516*	,17306	,000	,5230	1,5474
		02E	-2,95000*	,34113	,000	-3,9716	-1,9284

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
							02Z
01C	01P	1,26172*	,29876	,002	,3699	2,1535	
	01Z	1,46875*	,32350	,000	,5116	2,4259	
	02P	2,29688*	,30219	,000	1,3957	3,1980	
	02E	-1,68828*	,42159	,002	-2,9290	-,4476	
	02Z	-,24375	,47673	,996	-1,6507	1,1632	
	01Z	01P	-,20703	,20805	,918	-,8213	,4072
01C		-1,46875*	,32350	,000	-2,4259	-,5116	
02P		,82813*	,21295	,004	,1985	1,4578	
02E		-3,15703*	,36299	,000	-4,2349	-2,0792	
02Z		-1,71250*	,42579	,003	-2,9828	-,4422	
02P	01P	-1,03516*	,17306	,000	-1,5474	-,5230	
	01C	-2,29688*	,30219	,000	-3,1980	-1,3957	
	01Z	-,82813*	,21295	,004	-1,4578	-,1985	
	02E	-3,98516*	,34414	,000	-5,0147	-2,9556	
	02Z	-2,54063*	,40984	,000	-3,7713	-1,3100	
02E	01P	2,95000*	,34113	,000	1,9284	3,9716	
	01C	1,68828*	,42159	,002	,4476	2,9290	
	01Z	3,15703*	,36299	,000	2,0792	4,2349	
	02P	3,98516*	,34414	,000	2,9556	5,0147	
	02Z	1,44453	,50436	,061	-,0404	2,9295	
02Z	01P	1,50547*	,40731	,009	,2812	2,7297	
	01C	,24375	,47673	,996	-1,1632	1,6507	
	01Z	1,71250*	,42579	,003	,4422	2,9828	
	02P	2,54063*	,40984	,000	1,3100	3,7713	
	02E	-1,44453	,50436	,061	-2,9295	,0404	
M.O	01P	01C	-1,09781	1,54339	,980	-5,6827	3,4870
		01Z	-1,76750	1,33150	,769	-5,7046	2,1696
		02P	-4,07125	1,41714	,067	-8,3210	,1785
		02E	-2,33125	,87313	,098	-4,9091	,2466
		02Z	-3,82344*	,98366	,003	-6,7165	-,9304
	01C	01P	1,09781	1,54339	,980	-3,4870	5,6827
		01Z	-,66969	1,76697	,999	-5,8721	4,5327
		02P	-2,97344	1,83238	,588	-8,3874	2,4406
		02E	-1,23344	1,45316	,956	-5,5869	3,1200
		02Z	-2,72563	1,52214	,482	-7,2547	1,8035
01Z	01P	1,76750	1,33150	,769	-2,1696	5,7046	
	01C	,66969	1,76697	,999	-4,5327	5,8721	

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		02P	-2,30375	1,65784	,733	-7,2117	2,6042
		02E	-,56375	1,22576	,997	-4,2202	3,0927
		02Z	-2,05594	1,30679	,619	-5,9259	1,8140
	02P	01P	4,07125	1,41714	,067	-,1785	8,3210
		01C	2,97344	1,83238	,588	-2,4406	8,3874
		01Z	2,30375	1,65784	,733	-2,6042	7,2117
		02E	1,74000	1,31830	,772	-2,2646	5,7446
		02Z	,24781	1,39396	1,000	-3,9427	4,4383
	02E	01P	2,33125	,87313	,098	-,2466	4,9091
		01C	1,23344	1,45316	,956	-3,1200	5,5869
		01Z	,56375	1,22576	,997	-3,0927	4,2202
		02P	-1,74000	1,31830	,772	-5,7446	2,2646
		02Z	-1,49219	,83498	,482	-3,9543	,9700
	02Z	01P	3,82344*	,98366	,003	,9304	6,7165
		01C	2,72563	1,52214	,482	-1,8035	7,2547
		01Z	2,05594	1,30679	,619	-1,8140	5,9259
		02P	-,24781	1,39396	1,000	-4,4383	3,9427
		02E	1,49219	,83498	,482	-,9700	3,9543
Arena	01P	01C	-19,62500*	1,88733	,000	-25,2200	-14,0300
		01Z	-18,06250*	2,00009	,000	-23,9657	-12,1593
		02P	-3,95833	3,15417	,807	-13,4064	5,4897
		02E	-5,31250	2,21782	,174	-11,8361	1,2111
		02Z	-8,00000*	2,26095	,010	-14,6493	-1,3507
	01C	01P	19,62500*	1,88733	,000	14,0300	25,2200
		01Z	1,56250	1,48340	,898	-2,8052	5,9302
		02P	15,66667*	2,85462	,000	6,9562	24,3771
		02E	14,31250*	1,76602	,000	9,0881	19,5369
		02Z	11,62500*	1,81989	,000	6,2361	17,0139
	01Z	01P	18,06250*	2,00009	,000	12,1593	23,9657
		01C	-1,56250	1,48340	,898	-5,9302	2,8052
		02P	14,10417*	2,93040	,000	5,2161	22,9923
		02E	12,75000*	1,88606	,000	7,1920	18,3080
		02Z	10,06250*	1,93659	,000	4,3518	15,7732
	02P	01P	3,95833	3,15417	,807	-5,4897	13,4064
		01C	-15,66667*	2,85462	,000	-24,3771	-6,9562
		01Z	-14,10417*	2,93040	,000	-22,9923	-5,2161
		02E	-1,35417	3,08311	,998	-10,6195	7,9112
		02Z	-4,04167	3,11428	,784	-13,3867	5,3033

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
	02E	01P	5,31250	2,21782	,174	-1,2111	11,8361
		01C	-14,31250*	1,76602	,000	-19,5369	-9,0881
		01Z	-12,75000*	1,88606	,000	-18,3080	-7,1920
		02P	1,35417	3,08311	,998	-7,9112	10,6195
		02Z	-2,68750	2,16072	,814	-9,0419	3,6669
	02Z	01P	8,00000*	2,26095	,010	1,3507	14,6493
		01C	-11,62500*	1,81989	,000	-17,0139	-6,2361
		01Z	-10,06250*	1,93659	,000	-15,7732	-4,3518
		02P	4,04167	3,11428	,784	-5,3033	13,3867
		02E	2,68750	2,16072	,814	-3,6669	9,0419
Limo	01P	01C	16,62500*	1,81857	,000	11,2287	22,0213
		01Z	15,12500*	1,85751	,000	9,6243	20,6257
		02P	6,18750	2,33845	,105	-,7338	13,1088
		02E	6,56250*	1,91249	,014	,9117	12,2133
		02Z	8,68750*	2,01728	,001	2,7438	14,6312
	01C	01P	-16,62500*	1,81857	,000	-22,0213	-11,2287
		01Z	-1,50000	1,29739	,856	-5,3161	2,3161
		02P	-10,43750*	1,92385	,000	-16,2356	-4,6394
		02E	-10,06250*	1,37495	,000	-14,1102	-6,0148
		02Z	-7,93750*	1,51733	,000	-12,4150	-3,4600
	01Z	01P	-15,12500*	1,85751	,000	-20,6257	-9,6243
		01C	1,50000	1,29739	,856	-2,3161	5,3161
		02P	-8,93750*	1,96070	,001	-14,8285	-3,0465
		02E	-8,56250*	1,42606	,000	-12,7575	-4,3675
		02Z	-6,43750*	1,56379	,002	-11,0455	-1,8295
	02P	01P	-6,18750	2,33845	,105	-13,1088	,7338
		01C	10,43750*	1,92385	,000	4,6394	16,2356
		01Z	8,93750*	1,96070	,001	3,0465	14,8285
		02E	,37500	2,01286	1,000	-5,6506	6,4006
		02Z	2,50000	2,11268	,842	-3,7914	8,7914
	02E	01P	-6,56250*	1,91249	,014	-12,2133	-,9117
		01C	10,06250*	1,37495	,000	6,0148	14,1102
		01Z	8,56250*	1,42606	,000	4,3675	12,7575
		02P	-,37500	2,01286	1,000	-6,4006	5,6506
		02Z	2,12500	1,62872	,781	-2,6682	6,9182
02Z	01P	-8,68750*	2,01728	,001	-14,6312	-2,7438	
	01C	7,93750*	1,51733	,000	3,4600	12,4150	
	01Z	6,43750*	1,56379	,002	1,8295	11,0455	

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		02P	-2,50000	2,11268	,842	-8,7914	3,7914
		02E	-2,12500	1,62872	,781	-6,9182	2,6682
Arcilla	01P	01C	3,00000*	,37801	,000	1,8803	4,1197
		01Z	2,93750*	,46541	,000	1,5688	4,3062
		02P	-2,22917	1,14064	,393	-5,7231	1,2647
		02E	-1,25000	,63560	,375	-3,1325	,6325
		02Z	-,68750	,58576	,847	-2,4181	1,0431
	01C	01P	-3,00000*	,37801	,000	-4,1197	-1,8803
		01Z	-,06250	,38478	1,000	-1,2029	1,0779
		02P	-5,22917*	1,11019	,001	-8,6568	-1,8016
		02E	-4,25000*	,57917	,000	-5,9861	-2,5139
		02Z	-3,68750*	,52400	,000	-5,2545	-2,1205
	01Z	01P	-2,93750*	,46541	,000	-4,3062	-1,5688
		01C	,06250	,38478	1,000	-1,0779	1,2029
		02P	-5,16667*	1,14291	,001	-8,6656	-1,6677
		02E	-4,18750*	,63965	,000	-6,0810	-2,2940
		02Z	-3,62500*	,59016	,000	-5,3677	-1,8823
	02P	01P	2,22917	1,14064	,393	-1,2647	5,7231
		01C	5,22917*	1,11019	,001	1,8016	8,6568
		01Z	5,16667*	1,14291	,001	1,6677	8,6656
		02E	,97917	1,22213	,965	-2,7075	4,6659
		02Z	1,54167	1,19698	,789	-2,0834	5,1668
	02E	01P	1,25000	,63560	,375	-,6325	3,1325
		01C	4,25000*	,57917	,000	2,5139	5,9861
		01Z	4,18750*	,63965	,000	2,2940	6,0810
		02P	-,97917	1,22213	,965	-4,6659	2,7075
		02Z	,56250	,73189	,972	-1,5906	2,7156
	02Z	01P	,68750	,58576	,847	-1,0431	2,4181
		01C	3,68750*	,52400	,000	2,1205	5,2545
		01Z	3,62500*	,59016	,000	1,8823	5,3677
02P		-1,54167	1,19698	,789	-5,1668	2,0834	
02E		-,56250	,73189	,972	-2,7156	1,5906	
K _{fs}	01P	01C	-9,97125*	2,33108	,002	-16,9580	-2,9845
		01Z	-5,36781	1,80972	,051	-10,7566	,0210
		02P	-3,85885	1,67934	,222	-8,9161	1,1984
		02E	-21,77219*	3,68354	,000	-32,8919	-10,6525
		02Z	-8,03531	2,88972	,084	-16,7315	,6608
	01C	01P	9,97125*	2,33108	,002	2,9845	16,9580

Variable dependiente	(I) Cobertura vegetal	(J) Cobertura vegetal	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95 %	
						Límite inferior	Límite superior
		01Z	4,60344	2,73757	,549	-3,4681	12,6749
		02P	6,11240	2,65319	,211	-1,7409	13,9657
		02E	-11,80094	4,21754	,074	-24,2856	,6837
		02Z	1,93594	3,54538	,994	-8,5077	12,3796
	01Z	01P	5,36781	1,80972	,051	-,0210	10,7566
		01C	-4,60344	2,73757	,549	-12,6749	3,4681
		02P	1,50896	2,20921	,983	-5,0188	8,0367
		02E	-16,40438*	3,95333	,002	-28,1902	-4,6185
		02Z	-2,66750	3,22659	,961	-12,2274	6,8924
	02P	01P	3,85885	1,67934	,222	-1,1984	8,9161
		01C	-6,11240	2,65319	,211	-13,9657	1,7409
		01Z	-1,50896	2,20921	,983	-8,0367	5,0188
		02E	-17,91333*	3,89537	,001	-29,5568	-6,2698
		02Z	-4,17646	3,15531	,771	-13,5562	5,2033
	02E	01P	21,77219*	3,68354	,000	10,6525	32,8919
		01C	11,80094	4,21754	,074	-,6837	24,2856
		01Z	16,40438*	3,95333	,002	4,6185	28,1902
		02P	17,91333*	3,89537	,001	6,2698	29,5568
		02Z	13,73688*	4,55019	,042	,3293	27,1445
	02Z	01P	8,03531	2,88972	,084	-,6608	16,7315
		01C	-1,93594	3,54538	,994	-12,3796	8,5077
		01Z	2,66750	3,22659	,961	-6,8924	12,2274
		02P	4,17646	3,15531	,771	-5,2033	13,5562
		02E	-13,73688*	4,55019	,042	-27,1445	-,3293

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Valores de los puntos en el gráfico del análisis CCA

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
M.O (%)	2,7193	0,542138	-0,284444
Arena (%)	-0,247742	-0,752448	-0,286933
Limo (%)	-0,699526	1,60346	-0,115758
Arcilla (%)	0,116998	-0,276043	4,10801
01P11	-0,115869	0,0760392	0,0462248
01P12	-0,0929656	-0,144941	0,0325962
01P13	-0,0694344	0,032197	-0,0415772
01P14	0,041861	-0,0256544	0,0216063
01P15	0,0394796	0,101578	0,0281064
01P16	-0,00604934	-0,0796302	0,0249466
01P17	0,0490228	0,0681135	0,102132
01P18	-0,0446493	0,0589156	0,195978
01P21	-0,23001	0,482054	0,24553
01P22	-0,246024	0,419704	0,0792035
01P23	-0,246024	0,419704	0,0792035
01P24	-0,249965	0,36619	-0,00601428
01P25	-0,264232	0,418953	0,0814364
01P26	-0,296466	0,45397	0,00324065
01P27	-0,322176	0,444315	-0,0789892
01P28	-0,241154	0,375263	0,0764297
01P31	0,179982	-0,0847089	-0,0720842
01P32	-0,154736	0,0991743	-0,111099
01P33	-0,0970664	0,254499	0,052582
01P34	-0,126456	-0,0158666	0,0430637
01P35	-0,0758052	0,213538	0,0479348
01P36	-0,181465	0,0574449	-0,0293482
01P37	-0,122657	0,0749232	0,0470165
01P38	-0,155063	0,371814	-0,0149133
01P41	0,109095	-0,102208	-0,066156
01P42	0,0310036	0,275159	0,113869
01P43	-0,0183795	0,354169	0,12483
01P44	0,0020196	0,222688	0,0386803
01P45	0,0367467	0,268166	0,036569
01P46	-0,00106713	0,222325	0,0390473
01P47	-0,0321204	0,175968	0,0406579
01P48	-0,0179586	0,0847655	-0,0437271
01C11	0,0809334	-0,115832	-0,140227
01C12	-0,170105	-0,319754	-0,13489
01C13	-0,182325	-0,275813	-0,131434
01C14	-0,0416722	-0,191153	-0,13618
01C15	-0,204896	-0,187114	-0,124603
01C16	0,375614	-0,0364157	-0,0884447
01C17	0,368768	0,0375532	-0,0837819
01C18	0,127417	0,0681928	-0,0587207

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
01C21	-0,118267	-0,16551	-0,129338
01C22	-0,178	-0,180406	-0,126073
01C23	-0,149305	-0,408487	-0,1416
01C24	-0,0881441	-0,288474	-0,0570988
01C25	-0,0996661	-0,206556	-0,133066
01C26	0,0274257	-0,254281	-0,0664575
01C27	-0,0562342	-0,285787	-0,140784
01C28	-0,151466	-0,220313	-0,130284
01C31	0,103333	-0,281348	-0,151604
01C32	0,16361	-0,05404	-0,142303
01C33	-0,0628522	-0,196778	-0,135043
01C34	0,266008	-0,149431	-0,155076
01C35	0,253305	-0,187452	-0,0847491
01C36	-0,0829442	-0,293755	-0,139402
01C37	0,329611	-0,125609	-0,0888054
01C38	0,0889141	-0,279571	-0,0737875
01C41	-0,135982	-0,209069	-0,048167
01C42	-0,141981	-0,0264448	-0,0377123
01C43	-0,159555	-0,0758612	-0,0386796
01C44	-0,234483	0,0020166	-0,0272034
01C45	-0,0488143	-0,444618	-0,150724
01C46	-0,0554644	-0,127463	-0,131443
01C47	-0,146537	-0,156698	-0,208922
01C48	-0,114043	-0,141599	-0,128213
01Z11	0,0744244	-0,0893886	-0,0621009
01Z12	0,292245	-0,201829	-0,160007
01Z13	0,106644	-0,0328871	0,0131788
01Z14	0,158922	0,019661	0,00922442
01Z15	0,039599	-0,097704	-0,0591732
01Z16	0,133822	-0,110534	0,00600541
01Z17	0,105654	-0,0752495	0,0112368
01Z18	0,18504	-0,0564972	0,00225591
01Z21	0,104801	-0,0887883	-0,14028
01Z22	0,216175	-0,0281192	-0,215889
01Z23	0,0387448	-0,0188652	-0,131543
01Z24	0,024542	0,113017	-0,0463212
01Z25	0,0427027	0,115909	-0,047926
01Z26	0,0761294	0,0378866	-0,0553855
01Z27	0,180274	-0,14657	-0,0754568
01Z28	0,273041	-0,0877162	-0,151902
01Z31	-0,0554733	-0,315091	-0,222986
01Z32	-0,110878	-0,239559	-0,215775
01Z33	-0,157596	-0,490031	-0,229985
01Z34	-0,0806964	-0,409091	-0,146401
01Z35	-0,206485	-0,258739	-0,128743
01Z36	-0,145713	-0,288951	-0,134757
01Z37	-0,16222	-0,341137	-0,136707

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
01Z38	-0,122782	-0,189631	-0,130456
01Z41	-0,143583	-0,194987	-0,129329
01Z42	-0,166141	-0,154171	-0,12534
01Z43	-0,192508	-0,113761	-0,121111
01Z44	-0,167575	-0,161828	-0,208368
01Z45	-0,116249	-0,280403	-0,136296
01Z46	-0,0392665	-0,168128	-0,134981
01Z47	-0,115655	-0,089149	-0,0436552
01Z48	-0,0539144	-0,216976	-0,136862
02P15	0,344814	-0,258952	-0,0974884
02P21	0,191875	0,0263854	0,00544484
02P22	0,259272	-0,00566041	-0,0754998
02P23	0,281045	-0,0462573	-0,149998
02P24	0,0816401	0,031986	-0,131505
02P25	0,0709892	-0,146364	-0,217413
02P27	0,241033	-0,176762	-0,154963
02P28	0,291886	-0,0374644	-0,0803819
02P31	-0,0864111	0,265682	0,372815
02P32	-0,0229126	0,186186	0,355606
02P33	-0,0732225	0,199958	0,126497
02P34	-0,0357968	0,0823362	0,195271
02P35	-0,0522094	0,115836	0,11964
02P36	-0,0765059	0,266658	0,370494
02P37	-0,0245352	-0,0177758	0,0302665
02P38	0,014476	-0,0168965	-0,0523684
02P41	-0,0599676	0,319387	0,448385
02P42	-0,112988	0,367154	0,545596
02P43	-0,0714268	0,345315	0,291339
02P44	-0,180684	0,318125	0,564706
02P45	0,00237673	0,0382401	0,107948
02P46	-0,086561	0,146853	0,0460242
02P47	0,00340722	0,024013	-0,0490834
02P48	-0,0198738	-0,0168246	0,0297318
02E11	-0,0586869	-0,0320178	-0,046091
02E12	0,0597995	0,0839455	0,0247139
02E13	0,0546744	0,117815	-0,0489839
02E14	-0,0394724	0,145939	-0,0383337
02E15	0,0638412	-0,0919156	-0,0612112
02E16	0,0656995	-0,134432	-0,0636899
02E17	0,0117919	-0,104344	-0,0568356
02E18	0,0147075	-0,00976784	0,0257655
02E21	0,0487415	-0,095521	-0,0599418
02E22	-0,027897	-0,0696071	-0,0511089
02E23	-0,036032	0,0674352	0,035854
02E24	-0,012359	0,114535	0,0351996
02E25	-0,147785	-0,00483072	-0,035981
02E26	-0,00210885	-0,0497471	0,104812

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
02E27	-0,123075	0,237919	0,135746
02E28	-0,0649626	0,259873	0,287201
02E31	-0,0505043	0,296267	0,206065
02E32	0,0925788	-0,078338	0,012716
02E33	0,11742	-0,121246	-0,0679925
02E34	0,115447	0,189661	0,17206
02E35	0,101083	0,187716	0,174578
02E36	0,0191763	0,233992	0,346934
02E37	0,0794018	0,143294	0,176801
02E38	-0,0183374	0,128527	0,193878
02E41	0,0818281	-0,0383488	0,0160057
02E42	-0,0263739	0,0183315	-0,0465025
02E43	-0,0634264	0,0334753	0,198398
02E44	-0,0180682	-0,15579	-0,0567212
02E45	-0,148946	0,25952	0,387464
02E46	-0,124955	0,193619	0,134109
02E47	-0,00124674	0,0734282	0,0318103
02E48	0,0223367	0,0847474	0,106924
02Z11	0,0202166	0,169315	0,110919
02Z12	0,0509002	-0,231916	-0,145029
02Z13	0,2142	-0,056014	-0,0738511
02Z14	0,236287	-0,137539	-0,152306
02Z15	0,0586052	-0,129522	0,0144552
02Z16	0,0344703	0,136505	0,184651
02Z17	0,0196107	0,0486539	0,18399
02Z18	0,165019	0,0276243	0,0826877
02Z21	0,150048	-0,148362	0,00213861
02Z22	0,133336	-0,117187	-0,0693166
02Z23	0,104529	0,00171579	-0,060095
02Z24	-0,0154029	0,0204245	-0,0474533
02Z25	0,0738834	0,169456	0,0271274
02Z26	-0,0653383	-0,220103	-0,136254
02Z27	0,0049837	0,0745016	0,031086
02Z28	-0,0538571	0,100532	-0,0393935
02Z31	-0,0107608	0,165036	0,115456
02Z32	-0,0684339	0,141779	-0,03575
02Z33	0,0341967	0,129126	0,107042
02Z34	0,252488	-0,0342275	0,0666652
02Z35	-0,00615	0,0150065	-0,126414
02Z36	-0,0278167	0,0326403	0,112309
02Z37	0,0773551	-0,261313	-0,0716795
02Z38	-0,102915	0,188481	0,0500923
02Z41	-0,166956	0,382714	0,31249
02Z42	-0,0650867	0,157532	0,123414
02Z43	0,0675362	-0,0774411	0,09299
02Z44	-0,0294276	0,177677	0,277103
02Z45	0,125457	-0,106064	0,0829157

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
02Z46	0,0945074	0,0553273	0,094642
02Z47	-0,100285	-0,0784305	0,0367512
02Z48	0,0768579	0,0520539	0,097191
K_{fs} (cm/h)	0,0112002	-0,133058	-0,00477696
ρ (g/cm ³)	-0,56383	-0,0484424	-0,0254594
O (cm)	0,113864	-0,0197074	-0,00826785

Anexo 9. Imágenes de las especies botánicas



Barnadesia dombeyana



Ageratina glechonophylla



Berberis cf. lutea



Gynoxys nitida



Tessaria integrifolia



Hesperomeles cuneata



Lupinus cf. mutabilis



Baccharis odorata



Senna versicolor



cf. Escallonia



cf. Elaeocarpaceae



Diplostegium sp.



Aristeguetia discolor



Werneria nubigena



Ranunculus praemorsus



Alchemilla pinnata



Hypochaeris meyeniana



Rumex acetosella



Paranephelius uniflorus



Plantago sericea



Muhlenbeckia volcanica



Senecio sp. 1



Lachemilla orbiculata



Juncus bufonius



Agrostis breviculmis



Astragalus garbancillo



Gentiana sedifolia



Dichondra repens



Trifolium repens



Senecio macrorrhizus



Oenothera multicaulis



Gamochaeta purpurea



Oxalis corniculata



Gentianella aff. dolichopoda



Oritrophium repens



Castilleja pumila



Bartsia diffusa



Brachyotum ledifolium



Chaerophyllum andicola



Achyrocline alata



cf.Eringium humile



Galium corymbosum



Baccharis sp.1



Sisyrinchium sp



Lactuca cf. serriola



Solanum sp.



Calceolaria sp.



Paranephelius ovatus



Oxalis peduncularis



Daucus montanus



Cranichis sp.



cf. Chuquiraga



Stachys arvensis



Arenaria sp.



Taraxacum officinale



Senecio serratifolius



Gnaphalium dombeyanum



Ageratina pentlandiana



Ageratina exsertovenosa



Ribes sp. 1



Stellaria sp. 1



Geranium stuebelii



Stevia macbridei



Myrosmodes nubigenum



Azorella biloba



Belloa longofilia



Herbácea sp66



Belloa piptolepis



Halenia umbellata



Plantago australis



Disterigma sp.



Aphanes arvensis



Herbácea sp68



Senecio sp.2



Bartsia sp. 1



Bidens andicola



Paronychia sp. 1



Herbácea sp74



Hypericum laricifolium



Veronica sp. 1



Lepechinia meyenii



Conyza sp. 1



Cerastium sp. 1



Urtica echinata



Gomphrena sp. 1



Salpichroa sp. 1



Ranunculus cymbalaria



Herbácea sp84



Peperomia sp. 1



Minthostachys mollis



Hypochaeris taraxacoides



Paranephelius sp. 1



Carex sp.



Senecio sp. 3



Polystichum montevidensis



Cystopteris fragilis



Peperomia microphylla



Solanum hispidum



cf. Asplenium



Pteridium aquilinum



Polypodium sp.



Dryopteris sp.



Elaphoglossum sp.1



Festuca sp.1



Musgo sp



Epidendrum sp.1



Polylepis weberbaueri



Polylepis incana



Festuca sp.2



Polylepis racemosa



Rastrera sp1



Galium sp.1



Polylepis sericea



Eucalyptus globulus



Bignonia sp. 1



Passiflora tripartita



Rastrera sp3



Bomarea sp.1



Tillandsia cf. latifolia