

Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en los alrededores del abra Apacheta, Ayacucho - Huancavelica (Perú)

Flora and vegetation on cryoturbated and associates habitats around abra Apacheta, Ayacucho - Huancavelica (Peru)

Asunción Cano^{1,2}, Amalia Delgado¹, Wilfredo Mendoza¹, Huber Trinidad¹, Paúl Gonzáles¹, María I. La Torre¹, Magda Chanco^{1,2}, Héctor Aponte¹, José Roque¹, Niels Valencia^{1,2} y Eduardo Navarro¹

1 Laboratorio de Florística, Departamento de Dicotiledóneas, Museo de Historia Natural –Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Arenales 1256, Lima 11, Perú.

Email Asunción Cano: ashuco@yahoo.com

2 Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi (ICBAR), Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Resumen

Se presentan los resultados del estudio de la flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados realizados en la zona del Abra Apacheta, en las provincias de Cangallo (Ayacucho) y Huaytará (Huancavelica). Los objetivos fueron: estudiar la composición de la flora vascular de los altos Andes (por encima de los 4500 m de altitud) y caracterizar la vegetación altoandina. Se aplicaron técnicas convencionales de colecta botánica, así como evaluaciones de la cobertura vegetal mediante transectos. Se registraron 134 especies de plantas vasculares agrupadas en 60 géneros y 23 familias. Las eudicotiledóneas son el grupo dominante con el 74% del total de familias reportadas, 82% en géneros y 77% en especies; seguido por las monocotiledóneas (13% de las familias, 13% de los géneros y 21% de las especies). Los monilófitos (helechos) están representados por dos familias (9%), dos géneros (3%) y dos especies (1%); mientras que para las gimnospermas se registra una sola especie (*Ephedra rupestris* Benth.). Tres tipos de comunidades en suelos crioturbados fueron caracterizadas y es reportada la presencia de dos tipos de vegetación asociada: pajonales y vegetación de roquedales.

Palabras claves: Flora altoandina; suelos crioturbados; cambio climático; vegetación.

Abstract

We present results of flora and vegetation studies carried out in cryoturbated soils and its associated habitats around Abra Apacheta, in Cangallo (Ayacucho) and Huaytara (Huancavelica) Provinces. The aims of this study were: to study vascular floristic composition of High Andes (over 4500 m of altitude) and characterize highland vegetation. There were used conventional techniques for botanical collection and vegetation coverage measurements by intersection-line transects and Point Quadrat modified method. There were registered 134 species of vascular plants (Pteridophytes, Gymnosperms, Eudicots and Monocots) grouped in 60 genera and 23 families. Eudicots were the dominant group with 74% of the total registered, 82% in genera and 77% in species; followed by Monocots with 13%, 13% and 21% in the previous categories. Monilophytes (ferns) were poorly represented by two families (9%), two genera (3%) and two species (1%); while Gymnosperms only registered one specie (*Ephedra rupestris* Benth.). By the quantitative analysis three types of plant communities associated to cryoturbated soils were characterized, we also report two types of associated vegetation: grasslands and rocky areas.

Keywords: High Andean flora; cryoturbated soils; climate change; vegetation.

Introducción

Los Andes peruanos se encuentran dentro del grupo de ecosistemas de alta montaña (zonas de altitud mayor a los 3000 – 4000 m de altitud), los cuales además de tener grandes extensiones y servir de hábitat para múltiples especies, son considerados ecosistemas particularmente susceptibles a presiones antropogénicas como el desgaste por turismo y vulnerabilidad debida al cambio climático (Markham et al. 1993, Beniston 1994).

El aumento de la temperatura ambiental en las últimas décadas ha tenido como una de sus consecuencias el deshielo de zonas de permanente estado de congelamiento, produciendo la aparición de fragmentos de suelos disponibles para la colonización de la vegetación (Thompson et al. 2006), y el desplazamiento de poblaciones vegetales hacia zonas más altas (Pauli et al. 2007, Erschbamer et al. 2009). En este escenario, empieza a hacerse evidente la competencia entre las especies propias de zonas frías y las especies de zonas bajas (como pastizales o bosques de coníferas), fenómeno reportado para comunidades vegetales en los Alpes (Erschbamer et al. 2009) y en los Andes (Cano et al. 2010), y que amenaza a las especies propias del límite de las nieves. Sumado a esto, las variaciones en el fotoperiodo en este tipo de ecosistemas (a causa del incremento de la radiación solar) desencadenan cambios en la fenología de las plantas (Huelber et al. 2006). Estas condiciones llevan a afirmar que el calentamiento global aumentará el riesgo de extinción de especies

nativas y favorecerán la presencia de las invasoras, causando desbalances en las comunidades biológicas (Pauli et al. 2007, Conde-Álvarez & Saldaña-Zorrilla 2007). Por estas razones es de suma importancia realizar estudios que permitan entender y caracterizar la composición y estructura de la vegetación presente en estos hábitats.

Los altos Andes, además de poseer varias zonas con vacíos de información botánica, es un ecosistema donde se desarrollan importantes actividades humanas (ganadería, minería, construcción de gasoductos, etc.) que pueden impactar en la flora y vegetación altoandinas.

Los objetivos del presente estudio fueron: a) estudiar la composición de la flora vascular de los altos Andes (por encima de los 4500 m de altitud) de la provincia de Cangallo (dpto. de Ayacucho) y provincia de Huaytará (dpto. de Huancavelica) y b) conocer la estructura y composición de las comunidades vegetales que habitan en los suelos crioturbados, pajonales de puna y roquedales.

Área de estudio

Las recolectas de material botánico y los transectos de evaluación de la vegetación se realizaron alrededor del lugar conocido como abra Apacheta, ubicado en los límites de distritos de Paras, provincia de Cangallo (Ayacucho) y Pilpichaca, provincia de Huaytará (Huancavelica), entre los 4500 m y los 4800 m de

Presentado: 20/02/2011
Aceptado: 23/06/2011
Publicado online: 25/08/2011

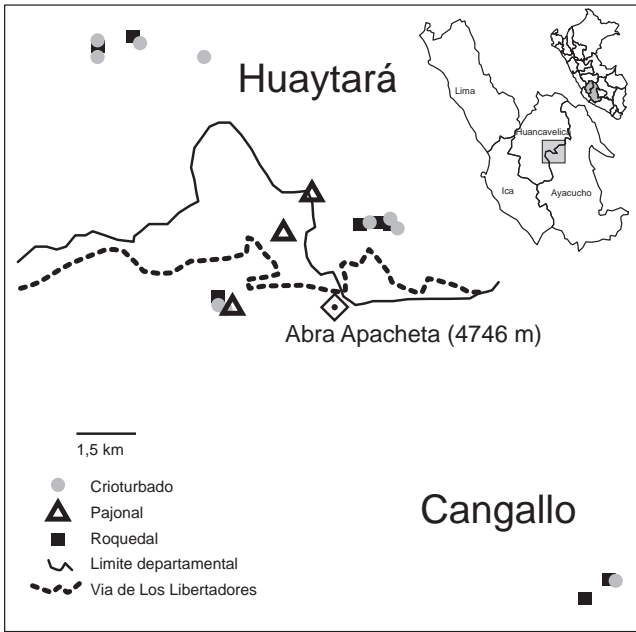


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio, indicando los lugares de muestreo: Suelo crioturcado (circulo), pajonal (triangulo) y roqedal (cuadrado).

Tabla 1. Localidades de estudio indicando coordenadas (UTM), altitud y habitat (CT: crioturcado, P: pajonal, R: roqedal)

Transecto	Coordenadas		Altitud (m)	Tipo
1	523163	8528939	4533	CT
2	523195	8528819	4527	R
3	523201	8528667	4537	CT
4	524028	8529061	4523	R
5	524258	8528909	4540	CT
6	525762	8528599	4553	CT
7	528365	8525348	4563	P
8	527661	8524345	4445	P
9	526323	8522611	4511	P
10	526111	8522780	4573	R
11	526180	8522595	4556	CT
12	526263	8522546	4544	CT
13	529518	8524485	4482	R
14	529813	8524565	4554	CT
15	529945	8524566	4576	R
16	535671	8515868	4580	CT
17	535548	8515906	4714	P
18	534972	8515429	4656	P
19	530206	8524555	4860	CT
20	530270	8524488	4834	P
21	530423	8524441	4779	CT

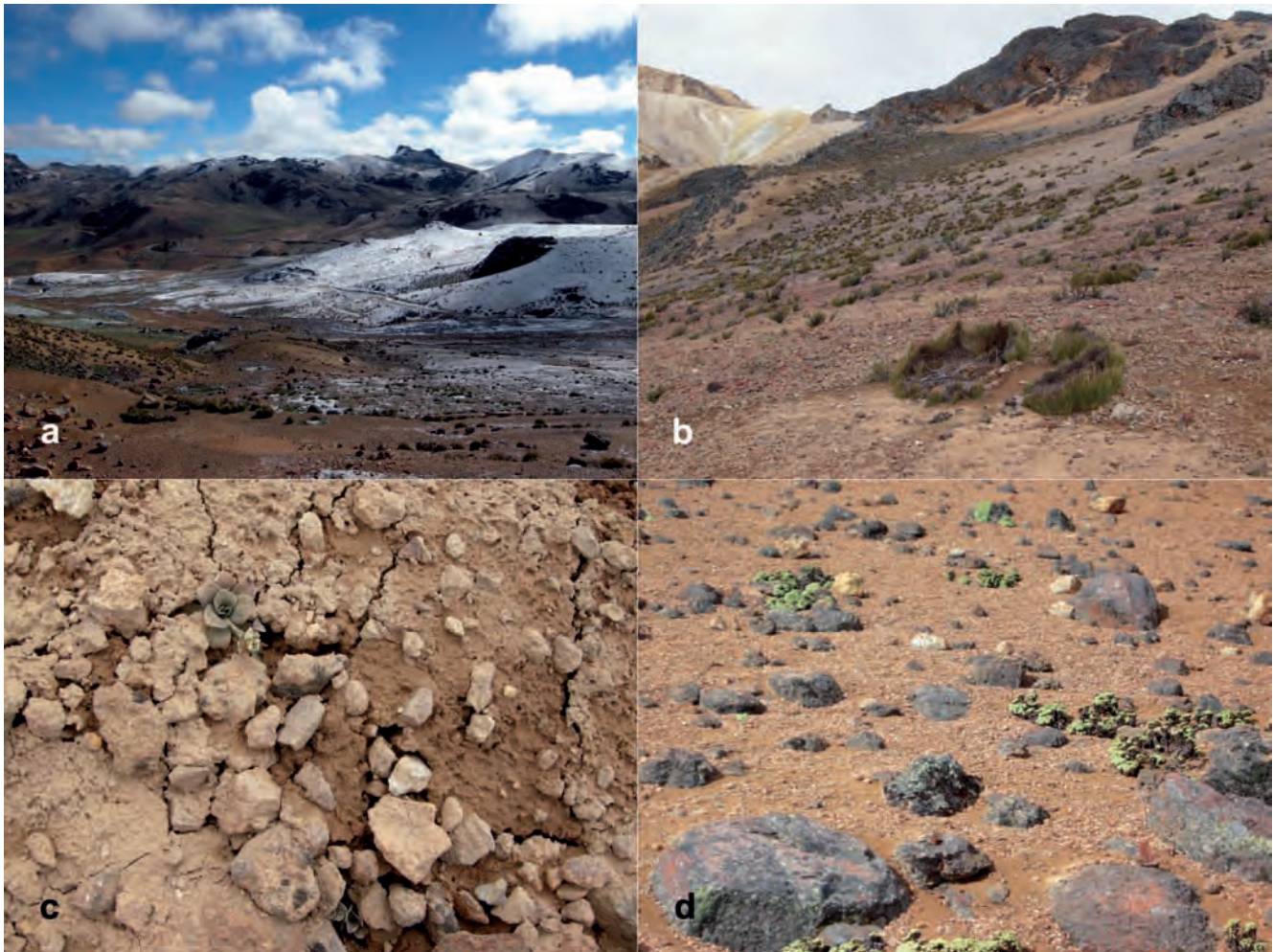


Figura 2. a) Paisaje de alta montaña en abra Apacheta (Pilpichaca), después de una granizada; b) Vista panorámica en abra Apacheta (Pilpichaca) mostrando vegetación de suelo crioturcado, pajonal y vegetación de roqedal; c) Vegetación de suelos crioturbados con presencia de *Aschersoniodoxa cachensis* y d) Vegetación de suelos crioturbados con *Xenophyllum dactylophyllum*.

altitud (Fig. 1, Tabla 1). El área está caracterizada por grandes extensiones de suelos sueltos de profundidad variable, intercalados con zonas rocoso-pedregosas y afloramientos rocosos. La ocurrencia de nevadas y granizadas es frecuente a lo largo del año (Figura 2a, b, c y d), lo que provoca frecuentes fenómenos de crioturbación o gelifuración (hielo y deshielo).

Material y métodos

Estudio de la flora.- Se emplearon técnicas estándares para la colecta, herborización y manejo posterior de especímenes de plantas vasculares, como los recomendados por Bridson & Forman (1992). Para determinar la riqueza de especies se realizó una búsqueda intensiva en el área de muestreo. La determinación taxonómica de los taxones (familias, géneros y especies) se realizó mediante el uso de claves y descripciones disponibles en la literatura botánica, teniendo como base las publicaciones de *Flora of Peru* (Macbride et al. 1936–1971). Como parte del proceso de determinación, se realizaron comparaciones con las colecciones depositadas en el Herbario San Marcos (USM) del Museo de Historia Natural, así como la consulta a especialistas en los diferentes taxa. El sistema de clasificación empleado para el ordenamiento de los taxones de las angiospermas es el Angiosperm Phylogeny Group III (2009).

Estudios de vegetación.- Se evaluaron 21 transectos (Tabla 1). En suelos crioturbados, se utilizó el método de intersección-línea, que consiste en registrar el espacio (cm) que ocupa una especie determinada en un transecto de 25 m (Matteucci & Colma 1982). Para estos transectos, el porcentaje de cobertura fue calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$(T - V) \times 100 / T$$

Donde T son el total de centímetros y V los centímetros registrados como vacíos.

Los datos obtenidos se colocaron en una matriz transecto/especie y fueron analizados mediante un Análisis de Correspondencia (CA). Asimismo, se determinó los valores de dominancia y cobertura en cada transecto utilizando el programa PAST 1.89 (Hammer et al. 2001).

Para el pajonal de puna y roquedal se aplicó el método de Point Quadrat modificado (Ramírez et al. 2010), empleándose transectos de 20 m, donde se registró la información de un total de 100 puntos (con 20 cm de distancia entre punto y punto). En cada punto se registraron las especies que tocaron una varilla de un metro; asimismo, se registró la cantidad de veces que cada especie tocó la varilla, a fin de obtener datos de abundancia relativa de cada especie en un transecto determinado.

Resultados

Flora.- Se registraron 134 especies de plantas vasculares (Monilófitos, Gimnospermas, Eudicotiledoneas y Monocotiledoneas) en 60 géneros y 23 familias (Tablas 2, 3 y Apéndice 1). Las Eudicotiledoneas fueron el grupo dominante con el 74% del total de familias reportadas, 82% en géneros y 77% en especies; seguidas por las Monocotiledoneas con el 13% del total de familias, 13% de géneros y 21% de las especies. Los Monilófitos (helechos) estuvieron escasamente representados por dos familias (9%), dos géneros (3%) y dos especies (1%), mientras que para estas altitudes registramos solo un representante de las gimnospermas (*Ephedra rupestris*).

Tabla 2. Número de familias, géneros y especies por taxón superior registrados en la zona de estudio.

Taxón	Familias	Géneros	Especies
Monilófitos (Helechos)	2	2	2
Gimnospermas	1	1	1
Eudicotiledoneas	17	49	103
Monocotiledoneas	3	8	28
Total	23	60	134

Tabla 3. Número de especies, géneros y familias registradas por tipo de vegetación.

	Vegetación de suelos Crioturbados	Pajonal	Vegetación de roquedal
Especies	63	76	95
Géneros	30	40	52
Familias	11	18	22

Las familias con mayor número de géneros y especies fueron ocho. La familia Asteraceae fue la más diversa, con 20 géneros y 51 especies, seguida por las Poaceae (6/26), Brassicaceae (5/11), Caryophyllaceae (4/8), Malvaceae (1/7), Caprifoliaceae (3/6), Apiaceae (3/4) y Fabaceae (2/4). Estas ocho familias representaron el 73% de géneros y el 87% en especies. Las familias Asteraceae y Poaceae en conjunto representaron el 43% del total de géneros y el 57% de las especies.

El análisis florístico mostró que 14 géneros tienen tres o más especies, representando en conjunto el 57% del total registrado en el estudio. Los géneros más diversos fueron *Senecio* (15 spp.), *Calamagrostis* (13), *Nototriche* (7), *Poa* (6), *Belloa* (5), *Dissanthellium* (4), *Draba* (4), *Werneria* (4), *Xenophyllum* (4), *Cerastium* (3), *Descurainia* (3), *Loricaria* (3), *Perezia* (3) y *Valeriana* (3). Los 46 (43%) géneros restantes contaron cada uno con dos o una especie.

En el análisis florístico por tipo de vegetación mostró que la vegetación de roquedal fue la más diversa, con 95 especies, en 52 géneros y 22 familias, seguida por el pajonal (76/40/18) y suelos crioturbados (63/30/11) (ver Tabla 3). Como se muestra en la Tabla 2, la mayoría de los taxones estuvieron compartidos entre dos o más tipos de vegetación registrados para la zona de estudio, por encima de los 4500 m de altitud. Respecto a la vegetación de suelos crioturbados, encontramos que *Aschersoniodoxa cachensis* (Brassicaceae), *Stangea paulae* y *S. rhizantha* (Caprifoliaceae) fueron características de este tipo de vegetación, aunque también se las registró en el roquedal que alterna con estos hábitats (Figs. 3a, b y c). Otras especies frecuentes fueron: *Poa lepidula*, *Senecio danai*, *Xenophyllum ciliolatum* y *X. dactylophyllum*.

Comunidades vegetales.- El número de especies, el porcentaje de cobertura, la dominancia (D), la equitabilidad (J) y el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') encontrados a partir del análisis de transectos en suelos crioturbados se encuentran en la Tabla 4. De forma general, todos los transectos presentaron coberturas menores a 10% y diversidad baja (desde 3 hasta 11 especies por transecto, con un índice de diversidad (H') menor a 1,1). El análisis cuantitativo distinguió tres tipos de comunidades asociadas a suelos crioturbados (Fig. 4) descritas a continuación:

- Comunidad de suelos crioturbados con predominancia de *Poa lepidula* y *Senecio danai*. Esta comunidad fue encontrada únicamente en el transecto 16. Asimismo en esta comunidad



Figura 3. (a) *Aschersoniodoxa cachensis* (Brassicaceae); (b) *Stangea paulae* (Caprifoliaceae); (c) *Stangea rhizantha* (Caprifoliaceae); (d) *Nototriche pedatiloba* (Malvaceae) y (e) *Xenophyllum ciliolatum* (Asteraceae).

Tabla 4. Índices comunitarios de los transectos realizados en suelos crioturbados.

Transectos	1	3	5	6	11	12	14	16	19	21
Número de especies	6	11	5	4	2	3	3	4	3	6
% Cobertura	6,96	9,68	6,64	3	1,48	5,8	7,44	4,52	6,22	6,04
Dominancia	0,51	0,36	0,484	0,33	0,77	0,51	0,76	0,40	0,43	0,28
Shannon-Wiener (H')	1,01	1,52	1,04	1,20	0,40	0,77	0,46	1,12	0,95	1,42
Equitabilidad (J)	0,57	0,63	0,65	0,86	0,57	0,70	0,42	0,81	0,86	0,79

fue posible encontrar a especies como *Xenophyllum dactylophyllum* y *Leucheria daucifolia*.

- Comunidad de suelos crioturbados con predominancia de *Xenophyllum dactylophyllum* (transecto 1, 3, 5, y 6; Fig. 2d)). Posee una diversidad vegetal variable (desde 4 hasta 11 especies por transecto). En esta comunidad podemos encontrar especies como: *Stangea rhizantha* (Fig. 3c), *Senecio gamolepis*, *Chaerophyllum andicola*, *Calamagrostis minima*, *C. spicigera*, *Draba lapaziana*, *Hypochaeris taraxacoides*, *Nototriche pedatiloba*, *Senecio nutans*, *Weberbaueria* sp. 2 y *Xenophyllum dactylophyllum*.
- Comunidad de suelos crioturbados con predominancia de *Xenophyllum ciliolatum* (Fig. 3e). Esta comunidad se caracterizó por la dominancia de *X. ciliolatum* (Transectos 11, 12, 14, 19 y 21). Se encontró un número de especies variables (entre 2 y 6 especies). En esta comunidad se encontraron también otras especies como *Belloa piptolepis*, *Arenaria dygina*, *Pycnophyllum glomeratum*, *Aschersoniodoxa cachensis* (Figs. 2c y 3a), *Calamagrostis minima*, *C. spicigera*, *Draba lapaziana*,

Chaerophyllum andicola, *Nototriche pedatiloba* (Fig. 3d), *Senecio gamolepis*, *Senecio nutans* S, *Stangea rhizantha*, *Weberbaueria* sp. 2 y *Xenophyllum dactylophyllum*.

Asimismo, las observaciones de campo permitieron identificar dos tipos de comunidades asociadas (Fig. 2b), a las cuales, se les determinó el número de especies, dominancia (D), equitabilidad (J) y el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') (Tabla 5). A continuación se describen las características de las comunidades encontradas.

Pajonales. Esta comunidad es bastante frecuente en los alrededores de los suelos crioturbados muestreados; se encuentra representada en los transectos 7, 8, 9, 13, 17, 18 y 20. Los pajonales se caracterizan por tener un número variable de especies en los transectos (desde 1 hasta 8 especies por transecto) y dominancia variable (desde 0,26 hasta 1). Esta comunidad es muy poco diversa. Las especies más abundantes fueron *Calamagrostis nitidula* y *C. rauhii*.

Otras especies que se encontraron en esta comunidad fueron: *Pycnophyllum molle*, *Xenophyllum dactylophyllum*, *Senecio*

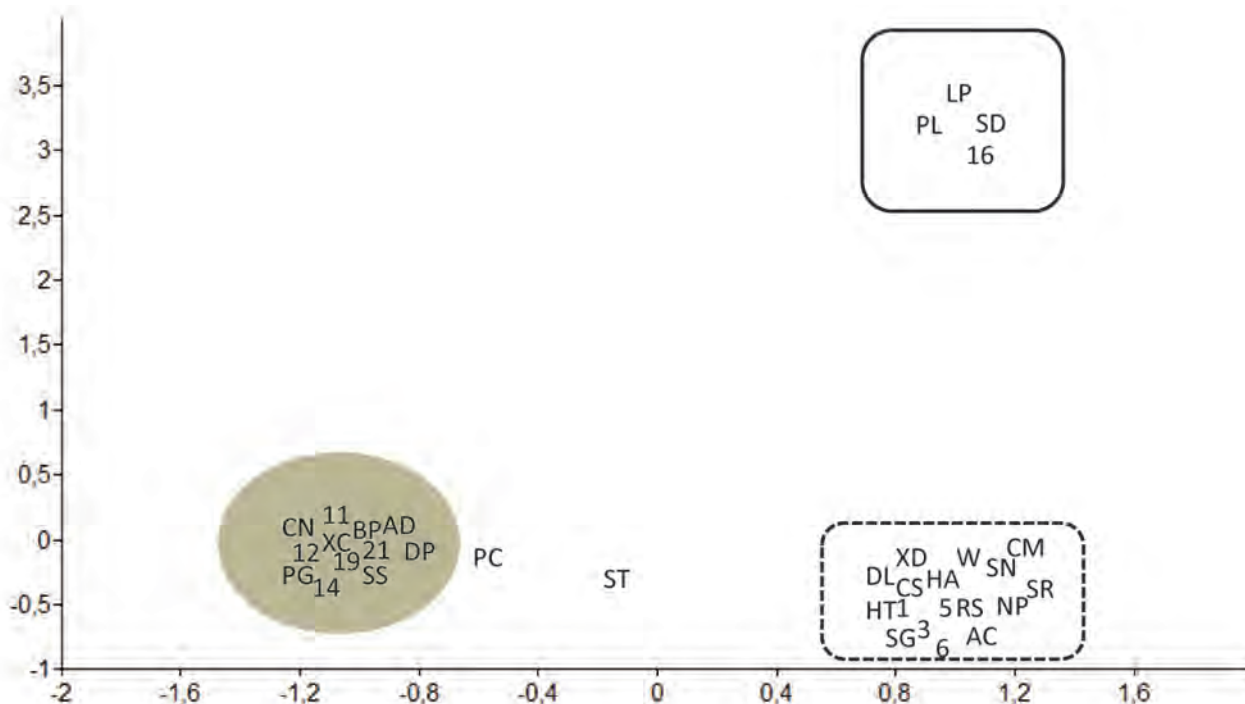


Figura 4. Análisis de correspondencia de los datos obtenidos en las parcelas realizadas en suelos crioturbados. Se tomaron los ejes 1 y 2 (X e Y) ya que presentaron los valores más altos (Eigenvalue 1= 0,99; Eigenvalue 2= 0,86). Los números indican el número de las parcelas. Se aprecian la comunidad de suelos crioturbados con predominancia de *Poa lepidula* y *Senecio danai* (**cuadrado**), comunidad de suelos crioturbados con predominancia de *Xenophyllum dactylophyllum* (**rectángulo**) y comunidad de suelos crioturbados con predominancia de *Xenophyllum ciliolatum* (**circulo**). Las especies que caracterizan las comunidades se señalan de la siguiente forma: *Poa lepidula* (PL); *Arenaria digyna* (AD); *Aschersoniodoxa cachensis* (AC); *Belloa piptolepis* (BP); *Calamagrostis minima* (CM); *C. nitidula* (CN); *C. spicigera* (CS); *Chaerophyllum andicola* (HA); *Dissanthelium peruvianum* (DP); *Draba lapaziana* (DL); *Hypochaeris taraxacoides* (HT); *Leucheria daucifolia* (LP); *Nototriche pedatiloba* (NP); *Perezia coerulescens* (PC); *Pycnophyllum glomeratum* (PG); *Ranunculus* sp. (RS); *Senecio danai* (SD); *S. gamolepis* (SG); *S. nutans* (SN); *Senecio* sp. (SS); *Silene thysanodes* (ST); *Stangea rhizantha* (SR); *Weberbaueria* sp. (W); *Xenophyllum ciliolatum* (XC); *X. dactylophyllum* (XD).

Tabla 5. Resultados de los transectos realizados en formaciones vegetales asociadas.

	2	4	7	8	9	10	13	15	17	18	20
Número de especies	11	3	8	7	6	3	2	6	4	1	8
Toques	95	54	224	87	202	52	54	102	55	37	38
Dominancia	0,194	0,5645	0,2803	0,2652	0,5837	0,4993	0,8951	0,3956	0,4545	1	0,2798
Shanon (H)	1,907	0,7677	1,546	1,588	0,8508	0,8496	0,2146	1,149	1,034	0	1,557
Equitabilidad (J)	0,7952	0,6987	0,7437	0,816	0,4748	0,7733	0,3095	0,6415	0,7456	0	0,7488

nutans, *Baccharis caespitosa*, *Anatherostipa hans-meyeri*, *Werneria pectinata*, *Calamagrostis recta*, *Werneria spathulata*, *Dissanthelium peruvianum*, *Geranium sessiliflorum* y *Viola* sp.

Vegetación de Roquedales. Se caracterizó por encontrarse en roquedales y zonas pedregosas, cercanas a suelos crioturbados (transectos 2,4,10,13 y 15; Fig. 2b). Esta comunidad presentó el número más alto de taxones así como la dominancia más baja por transecto (11 especies y 0,19 de dominancia para el transecto 2). Presentó también pocas especies y dominancias intermedias (transectos 4 y 10). Las especies más frecuentes registradas en esta comunidad fueron: *Xenophyllum dactylophyllum* (Sch. Bip.) V.A. Funk, *Geranium sessiliflorum* Cav., *Calamagrostis raubii* Tovar, *C. minima* (Pilg.) Tovar, *C. nitidula* Pilg. y *C. spicigera* (J. Presl) Steud.

Discusión y conclusiones

El presente estudio es el primer trabajo que analiza la flora vascular y la vegetación andina por encima de los 4500 m de los departamentos de Ayacucho y Huancavelica. Los resultados florísticos concuerdan con los obtenidos por Cano et al. (2010) para la Cordillera Blanca (Ancash), reportando casi el mismo número de familias géneros y especies (Tabla 6). Asimismo, las familias (Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae y Caryophyllaceae) y géneros (*Senecio* y *Calamagrostis*) en ambas áreas de estudio reportan un número similar de especies. Las Asteraceae y Poaceae en su conjunto representan para la flora vascular de la zona altoandina de Ayacucho-Huancavelica el 57% del total de especies reportadas; mientras que en Ancash el 40%. Del total de taxones reportados, 18 familias y 40 géneros (más del 50% para cada área de estudio) han sido reportados en ambas zonas. Estos resultados siguen el mismo patrón reportado para

Tabla 6. Número de Familias, Géneros y Especies así como los taxones más abundantes reportadas para las zonas altoandinas de Ancash (Cano et al. 2010) y de Ayacucho-Huancavelica (presente estudio). Entre paréntesis se indican el número de especies reportadas en suelos crioturbados. ¹En los taxa más abundantes se indica el número de especies reportado para cada taxa.

	Ayacucho - Huancavelica	Ancash	Compartidos
Familias	23	26	18
Géneros	60	65	41
Especies	134 (63)	136 (76)	40
Taxones más abundantes¹			
Familias			
Asteraceae	51 (20)	40 (26)	13
Poaceae	26 (16)	31 (16)	9
Brassicaceae	11 (4)	15 (7)	3
Caryophyllaceae	8 (7)	7 (7)	3
Géneros			
<i>Senecio</i>	15 (7)	18 (12)	5
<i>Calamagrostis</i>	13 (10)	12 (7)	5

las zonas altoandinas por Gentry (1993) en cuanto a las familias más abundantes de estos ambientes. Esta constancia en los patrones de composición florística altoandina debe seguir siendo documentada en posteriores estudios.

Sin embargo, se observa un bajo número de especies compartidas entre la zona estudiada en el presente trabajo y Ancash (40 especies, menos del 30%). Las especies características de la vegetación de suelos crioturbados en el presente estudio fueron: *Aschersoniodoxa cachensis* (Brassicaceae), *Stangea paulae* y *S. rhibizantha* (Caprifoliaceae); mientras que para la Cordillera Blanca fueron: *Stangea henrici* Graebn. (Caprifoliaceae), *Xenophyllum decorum* (S.F. Blake) V. A. Funk (Asteraceae), *Nototriche antoniana* M. Chanco (Malvaceae), y *Brayopsis* sp. (Brassicaceae). Esto demuestra que si bien el patrón se comparte en jerarquías como familia y género, no ocurre lo mismo a nivel especie, reflejando el alto grado de endemismo que existe en los Andes (Young et al. 2002)

Se ha considerado que la zona altoandina de los departamentos de Ayacucho y Huancavelica no ha sido estudiada en detalle y ambos departamentos aún constituyen vacíos de información botánica (Cano et al. 1996); ello queda demostrado con los resultados del presente trabajo, ya el 66% de las especies reportadas son nuevos registros para Ayacucho; mientras que el 74% lo es para Huancavelica; considerando a ambos departamentos, los nuevos registros alcanzan el 54% del total (Tovar 1973, Brako & Zarucchi 1993, Ulloa Ulloa et al. 2004, León et al. 2007, Combelles & Humala-Tasso 2006, Roque & Ramírez 2007). Lo que resalta la importancia de continuar realizando colecciones botánicas en los ecosistemas de alta montaña como la zona estudiada.

En la vegetación altoandina de Ayacucho y Huancavelica reportamos 13 especies endémicas del Perú (León et al. 2007), que representa un 10% del total registrado para la zona de estudio. Lo que muestra la importancia de las cumbres andinas para la conservación de la diversidad florística de nuestro país.

El análisis cuantitativo permitió refrendar los datos y observaciones de campo. Las comunidades vegetales encontradas en estos suelos crioturbados presentan una composición específica distinta a las encontradas en otras zonas de este tipo de suelo (Cano et al. 2010). Tanto para la zona de Ancash como para Ayacucho se sigue manteniendo un patrón estructural de la vegetación en este tipo de suelo: baja cobertura, baja diversidad y baja dominancia de especies. A diferencia de los suelos crioturbados encontrados en la zona de Ancash, en el presente estudio se muestra que las zonas con vegetación asociada y los suelos crioturbados propiamente dichos, llegan a presentar un número de especies importante por área (11 especies por transecto).

Agradecimientos

Expresamos nuestra gratitud al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Código

del Estudio: 101001231) por el apoyo económico. Igualmente, a los especialistas que colaboraron en las determinaciones y a todas las personas que de algún modo contribuyeron a la realización de este trabajo. Especial reconocimiento para Blanca León y Kenneth R. Young por la revisión del manuscrito.

Literatura citada

- Angiosperm Phylogeny Group III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III, Bot. J. of the Linnean Society 161: 105–21
- Beniston M. (ed.). 1994. Mountain environments in changing climates. Routledge, London, 461 pp.
- Brako L. & J. Zarucchi. 1993. Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms in Peru. Monogr. Missouri Bot. Gard. 45.
- Bridson D. & L. Forman. 1992. Herbarium Handbook. Royal Botanical Gardens., Kew. pp. 303.
- Cano A., W. Mendoza, S. Castillo, M. Morales, M.I. La Torre, H. Aponte, A. Delgado, N. Valencia y N. Vega. 2010. Flora y vegetación de suelos crioturbados y hábitats asociados en la Cordillera Blanca, Ancash, Perú. Rev per biol. 17(1): 095 – 0103.
- Cano A., K.R. Young y B. León. 1996. Áreas importantes para la conservación de fanerógamas en el Perú. Pp. 39-43. En Rodríguez L.O. (Ed.), Diversidad Biológica del Perú. Zonas prioritarias para su conservación. FANPE-GTZ, INRENA. Lima.
- Combelle P.O. & K.K. Humala-Tasso. 2006. Flore et faune d'une vallée de la cordillere des Andes Meridionales du Perou. Le Courier de la Nature N° 226. pp. 23 – 31.
- Conde-Álvarez C., & S. Saldaña-Zorrilla. 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. Rev. Ambiente Desar. 23 (2): 23-30.
- Erschbamer B., T. Kiebacher, M. Mallaun & P. Unterluggauer (2009). Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. Plant Ecol (2009) 202:79–89.
- Gentry A.H. 1993. Overview of Peruvian Flora. In: Brako, L. & J. Zarucchi, Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms in Peru. Mongr. Missouri Bot. Gard. 45. Pp. xxix-xxxviii.
- Hammer Ø, D.A.T. Harper & P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics SOFTWARE Package for Education and Data Analysis. Paleontología Electrónica 4(1):99. http://paleo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Huelber K., M. Gottfried, H. Pauli, K. Reiter, M. Winkler & G. Grabherr 2006. Phenological Responses of Snowbed Species to Snow Removal Dates in the Central Alps: Implications for Climate Warming. Arctic Antarctic Alpine Res. 38(1): 99–103.
- León B., J. Roque, C. Ulloa Ulloa, et al. (Editores). 2007. El Libro rojo de las plantas endémicas del Perú, Rev.Per. Biol. Número Especial 13(2). 971 pp.
- Macbride J.F., et al. 1936-1971. Flora of Peru. Publ Field Mus Nat Hist. Bot Ser. vol 13.
- Markham A., N. Dudley & S. Stolton. 1993. Some like it hot: climate change, biodiversity and the survival of species. WWF-International, Gland, 144 pp.
- Matteucci S.D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA. Ser. Biol., Monog. 22: 1-68.
- Pauli H., M. Gottfried, K. Reiter, et al. 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA*master site Schrankogel, Tyrol, Austria. Global Change Biology (2007) 13, 147–156, doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01282.x.
- Ramírez, D., H. Aponte & A. Cano. 2010. Flora vascular y vegetación del Humedal de Santa Rosa (Chancay, Lima). Revista Peruana de Biología, 17(1): 105- 110.
- Roque, J. & E. K. Ramírez. 2008. Flora vascular y vegetación de la laguna de Parinacochas y alrededores (Ayacucho, Perú). Revista Peruana de Biología 15(1):61-72.
- Tovar O. 1973. Comunidades vegetales de la Reserva Nacional de Vicuña de Pampa Galeras, Ayacucho; Perú. Publ Museo Hist Nat. Bot Ser. B 27: 1 - 32.
- Thompson L.G., E. Mosley-Thompson, et al. 2006. Abrupt tropical climate change: Past and present. Proceed. Nat. Acad. Sci. 103(28):10536-10543.
- Ulloa Ulloa C., J. Zarucchi & B. León. 2004. Diez años de adiciones a la flora del Perú: 1993-2003. Araldoa, Ed. Especial 7-242.
- Young K.; C. Ulloa Ulloa; J. Luteyn & S. Knapp. 2002. Plant Evolution and Endemism in Andean South America: An Introduction. Bot. Rev. 68(1): 4 – 21.

Apéndice 1. Lista, en orden alfabético, de familias y especies de la flora vascular altoandina de Ayacucho y Huancavelica registrados por tipo de vegetación (x). El asterisco indica que es una especie endémica del Perú.

Familia	Especie	Vegetación de Suelos Crioturbados	Pajonal	Vegetación de Roqedal
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea dulcis</i> (Hook.) Beauverd		x	x
Apiaceae	<i>Azorella diapiensoides</i> A. Gray	x		
	<i>Azorella multifida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.			x
	<i>Chaerophyllum andicola</i> (Kunth) K.F. Chung	x	x	x
	<i>Niphogeton scabra</i> (H. Wolff) J.F. Macbr.		x	
Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	x	x	x
	<i>Belloa longifolia</i> (Cuatrec. & Aristeg.) Sagást. & M.O. Dillon		x	
	<i>Belloa piptolepis</i> (Wedd.) Cabrera		x	
	<i>Belloa punae</i> (Cabrera) Cabrera		x	x
	<i>Belloa schultzii</i> (Wedd.) Cabrera		x	x
	<i>Belloa</i> sp.			x
	<i>Chersodoma antennaria</i> (Wedd.) Cabrera		x	
	<i>Erigeron rosulatus</i> Wedd.	x		

(Continúa...)

Familia	Especie	Vegetación de Suelos Crioturbados	Pajonal	Vegetación de Roqedal
	<i>Gamochaeta humilis</i> Wedd.		x	
	<i>Gnaphalium polium</i> Wedd.		x	x
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	x		x
	<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Ball		x	
	<i>Jalcochila peruviana</i> M.O. Dillon & Sagást.*			x
	<i>Leucheria daucifolia</i> (D. Don) Crisci	x		x
	<i>Loricaria graveolens</i> (Sch. Bip.) Wedd.			x
	<i>Loricaria macbridei</i> Cuatrec.			x
	<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch. Bip.			x
	<i>Lucilia conoidea</i> Wedd.		x	
	<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini	x	x	
	<i>Mniodes andina</i> (A. Gray) A. Gray ex Hook. f. & A.B. Jacks.			x
	<i>Mniodes pulvinata</i> Cuatrec.	x	x	x
	<i>Noticastrum</i> sp.			x
	<i>Novenia acaulis</i> (Benth. & Hook. f. ex B.D. Jacks.) S.E. Freire & F.H. Hellw.			x
	<i>Oritrophium hieracioides</i> (Wedd.) Cuatrec.			x
	<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera			x
	<i>Perezia coerulescens</i> Wedd.	x	x	x
	<i>Perezia pinnatifida</i> (Bonpl.) Wedd.		x	
	<i>Perezia sublyrata</i> Domke		x	x
	<i>Senecio algens</i> Wedd.	x		x
	<i>Senecio candollei</i> Wedd.		x	x
	<i>Senecio canescens</i> (Bonpl.) Cuatrec.	x	x	
	<i>Senecio danai</i> A. Gray*	x		x
	<i>Senecio evacoides</i> Sch. Bip.		x	x
	<i>Senecio gamolepis</i> Cabrera*	x		x
	<i>Senecio genisianus</i> Cuatrec.		x	x
	<i>Senecio hohenackeri</i> Sch. Bip. ex Wedd.		x	x
	<i>Senecio nutans</i> Sch. Bip.	x	x	x
	<i>Senecio rhizomatus</i> Rusby		x	
	<i>Senecio rufescens</i> DC.	x	x	x
	<i>Senecio serratifolius</i> (Meyen & Walp.) Cuatrec.			
	<i>Senecio</i> sp1.	x	x	x
	<i>Senecio</i> sp2.		x	x
	<i>Senecio spinosus</i> DC.		x	x
	<i>Werneria apiculata</i> Sch. Bip.	x		
	<i>Werneria caespitosa</i> Wedd.		x	x
	<i>Werneria pectinata</i> Lingelsh.	x	x	x
	<i>Werneria spathulata</i> Wedd.		x	x
	<i>Xenophyllum ciliolatum</i> (A. Gray) V.A. Funk	x	x	x
	<i>Xenophyllum dactylophyllum</i> (Sch. Bip.) V.A. Funk	x		x
	<i>Xenophyllum digitatum</i> (Wedd.) V.A. Funk	x		x
	<i>Xenophyllum marcidum</i> (S.F. Blake) V.A. Funk	x		
Brassicaceae				
	<i>Aschersoniodoxa cachensis</i> (Speg.) Al-Shehbaz	x		x
	<i>Brayopsis calycina</i> (Desv.) Gilg & Muschl.		x	x
	<i>Descurainia athrocarpa</i> (A. Gray) O.E. Schulz		x	
	<i>Descurainia depressa</i> (Phil.) Prantl			x
	<i>Descurainia titicacensis</i> (Walp.) Lillo		x	
	<i>Draba cryptantha</i> Hook. f.			x
	<i>Draba lapaziana</i> Al-Shehbaz	x		x
	<i>Draba</i> sp1.	x		x
	<i>Draba</i> sp2.		x	x
	<i>Weberbaueria</i> sp1.			x
	<i>Weberbaueria</i> sp2.	x		x
Caryophyllaceae				
	<i>Arenaria digyna</i> Schltdl.	x		x
	<i>Arenaria</i> sp.1	x		x
	<i>Cerastium behmianum</i> Muschl.			x
	<i>Cerastium crassipes</i> Bartl.	x		x

(Continúa...)

Familia	Especie	Vegetación de Suelos Crioturbados	Pajonal	Vegetación de Roqedal
	<i>Cerastium danguyi</i> J.F. Macbr.	x	x	
	<i>Pycnophyllum glomeratum</i> Mattf.	x		x
	<i>Pycnophyllum molle</i> Remy	x	x	x
	<i>Silene thysanodes</i> Fenzl	x	x	x
Caprifoliaceae				
	<i>Belonanthus</i> sp.			x
	<i>Stangea paulae</i> Graebn.*	x		x
	<i>Stangea rhizantha</i> (A. Gray) Killip*	x		
	<i>Valeriana condamoana</i> Graebn.		x	x
	<i>Valeriana globularis</i> A. Gray*			x
	<i>Valeriana nivalis</i> Wedd.	x	x	x
Ephedraceae				
	<i>Ephedra rupestris</i> Benth.		x	x
Fabaceae				
	<i>Astragalus brackenridgei</i> A. Gray		x	
	<i>Astragalus uniflorus</i> DC.		x	
	<i>Lupinus alopecuroides</i> Desr.			x
	<i>Lupinus</i> sp.	x		
Gentianaceae				
	<i>Gentianella</i> sp.		x	
	<i>Gentianella thyrsoides</i> (Hook.) Fabris*		x	x
Geraniaceae				
	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	x	x	x
Grossulariaceae				
	<i>Ribes weberbaueri</i> Jancz.			x
Juncaceae				
	<i>Luzula racemosa</i> Desv.	x	x	x
Malvaceae				
	<i>Nototriche argentea</i> A.W. Hill	x	x	x
	<i>Nototriche dissecta</i> A.W. Hill*	x		x
	<i>Nototriche longirostris</i> (Wedd.) A.W. Hill	x		
	<i>Nototriche meyenii</i> Ulbr.	x		x
	<i>Nototriche obtuneata</i> (Baker f.) A.W. Hill	x		
	<i>Nototriche pedatiloba</i> A.W. Hill	x	x	x
	<i>Nototriche staffordiae</i> B. L. Burt & A. W. Hill*	x		
Montiaceae				
	<i>Calandrinia acaulis</i> Kunth		x	x
Orobanchaceae				
	<i>Bartsia diffusa</i> Molau		x	x
	<i>Castilleja pumila</i> (Benth.) Wedd.		x	
Poaceae				
	<i>Agrostis foliata</i> Hook. f.		x	x
	<i>Anatherostipa hans-meyeri</i> (Pilg.) Peñailillo		x	x
	<i>Calamagrostis brevifolia</i> (J. Presl) Steud.	x		
	<i>Calamagrostis eminens</i> (J. Presl) Steud.		x	
	<i>Calamagrostis heterophylla</i> (Wedd.) Pilg.	x	x	x
	<i>Calamagrostis jamesonii</i> Steud.			x
	<i>Calamagrostis macbridei</i> Tovar*	x		
	<i>Calamagrostis minima</i> (Pilg.) Tovar	x	x	x
	<i>Calamagrostis nitidula</i> Pilg.	x	x	x
	<i>Calamagrostis rauhii</i> Tovar*	x	x	x
	<i>Calamagrostis recta</i> (Kunth) Trin. ex Steud.		x	
	<i>Calamagrostis rigida</i> (Kunth) Trin. ex Steud.	x	x	x
	<i>Calamagrostis</i> sp.	x	x	
	<i>Calamagrostis spicigera</i> (J. Presl) Steud.	x		x
	<i>Calamagrostis trichophylla</i> Pilg.	x		
	<i>Dielsiochloa floribunda</i> (Pilg.) Pilg.	x	x	x
	<i>Dissanthelium breve</i> Swallen & Tovar	x	x	
	<i>Dissanthelium laxifolium</i> Swallen & Tovar*	x	x	x
	<i>Dissanthelium macusaniense</i> (E.H.L. Krause) R.C. Foster & L.B. Sm.		x	

(Continúa...)

Familia	Especie	Vegetación de Suelos Crioturbados	Pajonal	Vegetación de Roqedal
	<i>Dissanthelium peruvianum</i> (Nees & Meyen) Pilg.	x	x	x
	<i>Poa aequigluma</i> Tovar			x
	<i>Poa carazensis</i> Pilg.*		x	
	<i>Poa chamaeclinos</i> Pilg.		x	
	<i>Poa gymnantha</i> Pilg.			x
	<i>Poa lepidula</i> (Nees & Meyen) Soreng & L.J. Gillespie	x	x	x
	<i>Poa spicigera</i> Tovar	x	x	x
Polypodiaceae				
	<i>Melpomene peruviana</i> (Desv.) A.R. Sm. & R.C. Moran			x
Ranunculaceae				
	<i>Ranunculus</i> sp.	x		
Rosaceae				
	<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm.			x
Saxifragaceae				
	<i>Saxifraga magellanica</i> Poir.		x	x
Urticaceae				
	<i>Urtica trichantha</i> (Wedd.) Acevedo & Navas		x	x
Violaceae				
	<i>Viola</i> sp.			x
Woodsiaceae				
	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.		x	x