

CARACTERIZACION DE UN GRADIENTE DE DISTURBIOS POR EFECTO DE INCENDIO Y PASTOREO EN UN PARAMO HUMEDO DE COLOMBIA

Camilo de los A. Cardenas¹, Orlando Vargas Rios¹, Xavier Pico²

¹Universidad Nacional de Colombia-²CSIC España

Por favor citar Cardenas CdIA.

RESUMEN

En el Páramo de Chingaza, Colombia, dentro de la comunidad zonal *Espeletia killipii-Chusquea tesellata* se caracterizaron las siguientes respuestas de las especies a la perturbación por fuego y pastoreo. (a) caracterización de un gradiente de disturbio mediante respuestas de la composición y estructura de la vegetación. Tanto en la vegetación en pie como en el banco de semillas (b) evidencias de la dominancia de las dicotiledóneas en zonas con alto pastoreo. El estudio determinó, la cobertura de la vegetación en pie y el banco de semillas en 4 sitios con diferente intensidad de perturbación. La perturbación fuego-pastoreo cambio la abundancia relativa de las especies, favoreció el predominio de algunas formas de vida, se observo aumento la similitud entre las especies de la vegetación y el banco, en zonas de alta perturbación.

Palabras claves: Composición florística, disturbio quema-pastoreo, densidad de banco de semillas, ordenación, cluster.

INTRODUCCION

Actualmente se evidencian cambios en el paisaje paramuno por efecto de la perturbación fuego-pastoreo (Laegaard, 1992). El páramo es un ecosistema que evolucionó con unos pocos herbívoros, los grandes herbívoros fueron introducidos por los europeos, ocasionando cambios drásticos en la vegetación, la introducción de estos herbívoros trae consigo una disminución de la fitomasa aérea, y la vegetación resultante está compuesta de hierbas pequeñas y gramíneas resistentes tanto al pisoteo como al ramoneo del ganado (Hofstede et al., 1995; Molinillo, 1992;

Vargas-Ríos & Rivera-Ospina, 1990; Verweij & Budde, 1992). En la actualidad se presenta el uso del fuego, ligado a los sistemas de producción (Rodríguez, 2002) es una práctica reciente en los páramos andinos, asociado a la ganadería extensiva y la agricultura itinerante (Hess, 1990; Pels & Verweij, 1992), lo que configura una doble perturbación, fuego-pastoreo. Las quemadas se hacen en búsqueda de rebrotes tiernos, para el ganado o para preparar el terreno para cultivos de arveja, haba, papa (Guhl, 1968; Correa, 1989).

Los efectos del pastoreo sobre la vegetación van desde perturbaciones moderadas hasta la destrucción total de comunidades vegetales (Braun-Blanquet, 1950). Alterando la composición florística (Milchunas & Lauenroth 1993), sí también el pastoreo impide y detiene el proceso de sucesión- regeneración. (Vargas-Ríos & Rivera-Ospina, 1990; Lutteyn, 1992; Verweij & Budde, 1992 Hofstede & Rossenaar, 1995).

Sus objetivos de este trabajo son:

- 1- Verificar la presencia de un gradiente por intensidad de disturbio fuego pastoreo a través de los cambios en: composición, cobertura, así también con los cambios en la composición y abundancia relativa de las semillas formadoras del banco.
- 2- Verificar el cambio las proporciones de mono y dicotiledones en el banco de semillas para este ecosistema frente a acuerdo con lo postulado por Rice (1989) que las hierbas, como grupo son más dadas a formar bancos de semillas frente a los pastos

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el Parque Nacional Natural Chingaza (4° 44'50" N, 73° 48'10" O) A una altura de 3500 msnm, se ubicaron 4 zonas cercanas entre sí; teniendo en cuenta la presencia de la comunidad zonal *Chusquea tessellata* y *Espeletia killipii*, (Cleef,

1981; Sturm y Rangel, 1985; Franco *et al.* 1986). Se seleccionaron la zona B1(Buitrago1) sin acción antrópica, sin fuego ni pastoreo. La zona B2 (Buitrago2) con quema y bajo pastoreo ; la zona L (Valle de las lajas) con quema y mediano pastoreo. y la zona T (Valle del tunjo) historia de alta frecuencia incendios y actualmente con pastoreo intensivo. En el momento de los muestreos, el tiempo de recuperación después de la última quema era: B1, B2y T (7 años); L(3 años)

Muestreo del banco de semillas

En cada sitio se trazó un transecto de 50 m, se tomaron 10 puntos al azar a lo largo del transecto, en cada punto se retiró la cobertura vegetal, incluyendo hepáticas y briófitos y se tomaron 3 muestras de suelo con un cilindro de 10 cm de diámetro. El volumen de suelo se separó en dos profundidades de 0 a 5 y de 5 a 10 cm

Fase de vivero

En las proximidades de las zonas de muestreo se construyó un vivero, para seguir el proceso de germinación bajo condiciones ambientales de páramo, Las muestras de suelo se concentraron utilizando el método de ter Heerd *et al.* (1996). El suelo tamizado de cada unidad muestral se colocó para permitir la germinación de las semillas en bandejas, formando una capa de 1 cm de grosor sobre un substrato de 2 cm de arena de río lavada, La germinación se siguió durante 12 meses.

Caracterización de la vegetación

Se realizó una caracterización cualitativa de la vegetación en 4 cuadrantes de 4m x 4m a lo largo de un transecto de 50m, de acuerdo con los estimativos de área mínima para muestreos en páramo (Vargas & Zuluaga, 1980). Se midió el porcentaje de cobertura de cada especie en cada uno de los estratos presentes: Arbustivo, herbáceo y rasante.

Análisis de datos

1- Relación entre el banco de semillas y la vegetación en pie

Los datos de coberturas y densidad de distintas especies se agruparon de acuerdo a la forma de vida. Las diferencias de densidad del banco en cada zona se establecieron mediante

análisis de varianza y comparaciones múltiples de Student-Newman-Keuls (SNK). Todos los datos en porcentaje como % de la vegetación en pie, se transformó mediante la relación:

$$\text{Cobertura} = \arcsin\sqrt{P} \text{ (Zar, 1996)}$$

RESULTADOS

1a) Caracterización de la vegetación:

Con base en la presencia ausencia se construyó una tabla que relaciona la composición de la vegetación en pie y el banco de semillas. Ver anexo 1

Incluidos todos los sitios, la riqueza total fue de 69 especies de las cuales; 20 se encuentran solamente presentes en la vegetación (posiblemente no formadoras de banco de semillas o con banco de semilla transitorio), 12 únicamente en el banco de semillas, y 33 se encuentran en los dos compartimentos..

1b) Tendencias de agrupamiento de los sitios

Con el objeto de encontrar grupos de similitud entre los sitios y sus respectivas Unidades muestrales, se realizó un análisis de agrupamiento (Cluster) que se puede ver anexo2. Donde se observan 4 grupos y es notoria la agrupación que resulta para todas las Unidades muestrales del T (color azul). Otro grupo es B1 (color verde oscuro), y un tercer grupo es conformado por el sitio B2 (color morado). Algunas unidades muestrales de C1 se dispersan entre los dos grupos anteriores, indicando que no hay homogeneidad entre estos para poder agruparse por similitud. Tendencias similares se encontraron cuando la agrupación se realizó por especies, muchas especies se distribuyen entre todas las zonas de muestreo, pero algunas solo aparecen en la zona T, lo que confirma la disimilaridad del sitio con mayor disturbio.

El análisis de ordenación que se muestra en la figura 1. Las Unidades muestrales de los lugares estudiados se ordenan en un gradiente en el que primero están las Unidades muestrales de B1 en la parte superior del gráfico, continuando hacia abajo con algunas Unidades muestrales

de B1 y hacia la esquina inferior izquierda los de L. Otro eje se forma hacia la derecha, separando todas las Unidades muestrales de T

Esto se puede interpretar como un gradiente que inicia en el sitio de menos disturbado, y hacia abajo aumenta el grado de disturbio, que se divide en dos ejes; el derecho corresponde a un disturbio intermedio posiblemente por fuego y el eje izquierdo, el disturbio por pastoreo intenso.

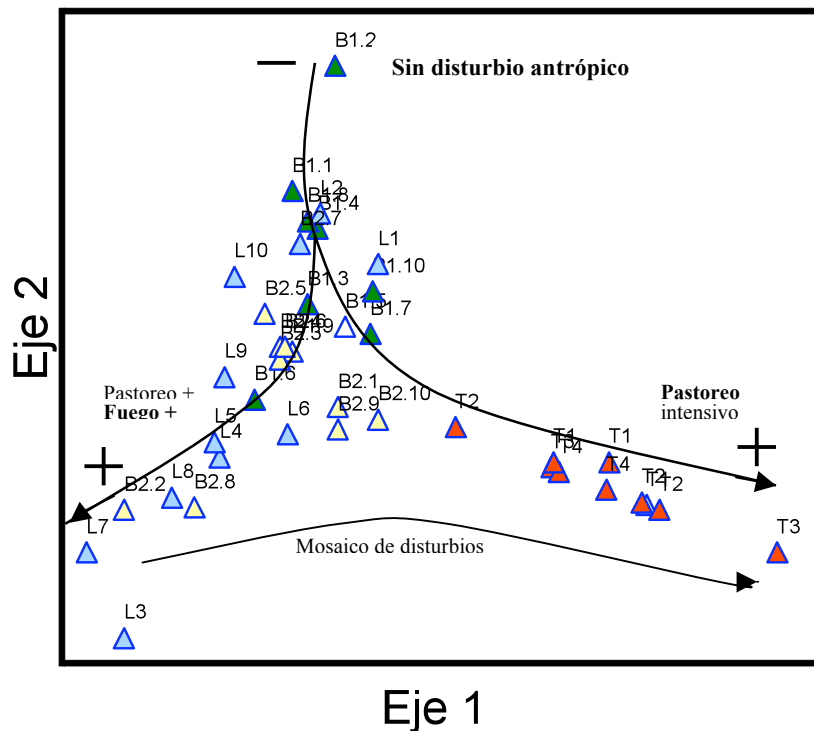


Fig1. Ordenación Bray Curtis para todas las Unidades muestrales de las zonas estudiadas. Eje 1 vs 2. Rojo: Valle del Tunjo, Azul: B2, Amarillo: L, Verde: B1.

Ambas pruebas, los grupos (clusters) y la ordenación, confirmaron la tendencia a separar completamente el sitio extremo de los demás sitios

1c) Densidad de semillas en el banco

La tabla 1 muestra la densidad de semillas encontrada en las 4 zonas para las dos profundidades estudiadas

Tabla 1 Densidad de semillas/m² En cada zona. SE= +Error Standar

ZONA	B1	SE	B2	SE	L	SE	T	SE
profundidad 0 a 5 cm	9133	4089	4194	1252	4021	2336	39138	18386
profundidad 5 a10 cm	3840	1458	1376	462.8	595,4	366.1	17442	10743
Total suma	12973		5570		4616		56580	

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para la variable densidad de semillas entre zonas ($F = 11,26$; $P < 0,001$); profundidad ($F = 72,37$; $P < 0,001$) y en la interacción zonas por profundidad ($F = 9,25$; $P < 0,001$). La prueba de SNK presenta diferencias en tres grupos: B1 grupo b, B2 grupo c, L grupo bc y la zona T grupo a

2-Proporción entre monocotiledóneas y dicotiledóneas.

En la vegetación en pie fue dominante la proporción de monocotiledóneas en todos los sitios excepto en T, La perturbación severa parece afectar negativamente a las monocotiledóneas (ver fig 2)

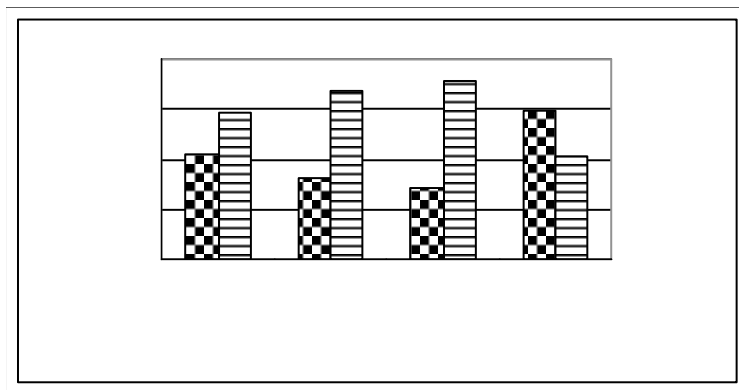


Fig 2 abundancia relativa de la cobertura de la vegetación, agrupada en monocotiledones y dicotiledóneas.

En el banco de semillas, la proporción de semillas de dicotiledóneas es menor que la de monocotiledóneas, en todos los sitios y profundidades, excepto para la zona T. En la profundidad más superficial 0-5 centímetros, donde es mayor la proporción de dicotiledóneas. (tabla 2).

% de semillas		B1	B2	L	T
0-5 cm	Dicotiledóneas	41,0%	24,1%	28,3%	67,5%
	Monocotiledóneas	59,0%	75,9%	71,7%	32,4%
5-10 cm	Dicotiledóneas.	27,3%	12,1%	27,1%	24,2%
	Monocotiledóneas	72,7%	87,9%	72,9%	75,8%

Tabla 2. Composición proporcional (datos de abundancia relativa) de monocotiledóneas y dicotiledóneas del banco de semillas en los sitios estudiados

DISCUSION

1-Cambios en la vegetación: composición, cobertura, y banco de semillas.

Hay evidentes cambios en la estructura y composición de la vegetación posiblemente por efecto de la perturbación quema-pastoreo sobre la comunidad de *Espeletia killipii*-*Chusquea tesellata*. La comunidad original va siendo reemplazada por otra cuyas especies toleran el ramoneo y el pisoteo del ganado. Esta nueva comunidad es lo que Grime (1979) define como una comunidad proclimax, causadas por perturbaciones recurrentes y continuos tales como quemas, pastoreo, inundaciones y otras formas de perturbación, en donde la vegetación original fue destruida en su totalidad, y la sucesión es desviada y/o detenida en el estado en el que las especies dominantes son tolerantes a estas perturbaciones.

El disturbio quema-pastoreo elimina el estrato arbustivo y herbáceo, afectando directamente las dos principales especies que lo componen; *Espeletia killipii* y *Chusquea tesellata*. Aunque en general las espeletias sobreviven a quemas, gracias a que tienen protegida la yema principal por la roseta (Baslev & Lutteyn, 1992; Laegaard, 1992), los individuos de porte pequeño y plántulas no soportan el pisoteo, los individuos de tallas mas grandes no soportan la fricción de las vacas que pastorean la zona, aun así en L se encontraron muchos individuos de *Espeletia* completamente incinerados.

Algunos autores han encontrado cambio de composición florística por efecto del pastoreo (Milchunas & Laurenroth 1993; Leps et al 1995, Cardenas et al 2002), En este trabajo los resultados de cambios en composición de especies, favorecimiento de algunas formas de vida y pérdida de estratos por efecto de esta perturbación en estas mismas zonas corroboran lo

encontrado por Vargas et al. (2002) Así mismo se reporta que el pastoreo aumenta la riqueza de especies, (Donelan & Thompson 1980, Gibson & Brown 1991, Mc Donald et al. 1996) como efectivamente ocurrió en T.

2- Cambio las proporciones de mono y dicotiledones por efecto de la perturbación

En la capa superficial (0-5cm) del banco de semillas de T, hay una mayor proporción de las dicotiledóneas, mientras que en los demás sitios, que no están sometidos a pastoreo intenso, las monocotiledóneas son las más abundantes en las dos profundidades estudiadas. El cambio de dominancia de las monocotiledóneas a dicotiledóneas en T confirma la tendencia señalada por Bertiller & Aloia (1997), donde en sitios pastoreados dominan en el banco de semillas las dicotiledóneas.

El aumento de dicotiledóneas por efecto del pastoreo ha sido observado por varios autores; Rice (1989), en una revisión sobre los bancos de semillas de pastizales, postula que las hierbas, como grupo (cualquier dicotiledónea herbácea que no sea una legumbre) son más dadas a formar bancos de semillas que los pastos (monocotiledóneas). Por otro lado, Bertiller (1991), encontró que en una pradera patagónica sometida a tratamientos con pastoreo, el banco de semillas de pastos perennes se redujo proporcionalmente a la disminución de la cobertura de las plantas.

CONCLUSIONES

La perturbación por quema-pastoreo produce cambios en la composición y estructura de la vegetación, como desaparición del estrato arbustivo, y cambios de dominancia y composición en los estratos herbáceo y rasante, ocasionados por la apertura de la vegetación que promueve germinación de especies del banco de semillas, y llegada de nuevas especies por lluvia de semillas.

La forma de vida más característica a bajas intensidades de perturbación son las monocotiledóneas radicantes y a altos niveles de perturbación son las dicotiledóneas radicantes, al parecer estas formas llevan asociada la expansión vegetativa por estolones o rizomas, estrategia que les permite colonizar y permanecer frente a este disturbio permanente. La perturbación no favorece las otras formas de vida como los cojines y las caulirosulas

Para todos los sitios estudiados, aproximadamente el 70% de las semillas se encuentran en los 5 primeros centímetros, al igual que en otras comunidades naturales, y la existencia de semillas a mayor profundidad (5 a 10 cm) se explica, en parte, por las condiciones del suelo del páramo (baja temperatura, anoxia y pH ácidos) que ayudan a mantener la viabilidad de las semillas enterradas.

EL pastoreo intensivo favorece a las especies dicotiledóneas que forman banco de semillas, probablemente debido a la susceptibilidad de algunas monocotiledóneas tipo macolla al pisoteo y ramoneo del ganado.

LITERATURA CITADA

- Baslev, H. & Lutteyn, J.L. (Eds), 1992. Páramo; An Andean ecosystem under human influence. Academic Press, London.
- Braun-Blanquet, 1950. Sociología vegetal: Estudio de las comunidades vegetales. J.. AGME agency, soc. de resp. Ltda., Buenos Aires, Argentina., 444 pp.
- Cardenas CdlA.; Posada, C.; Vargas-Rios, O. 2002. Germinable seed bank of a humid páramo plant community subject to fire and grazing (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). *Ecotropicos* 15(1):49-58
- Cleef, A.M., 1981. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Diss.Bot.*, 61: 1-321.
- Correa, A. 1989. Efecto de las quemadas sobre algunas propiedades del suelo y el forraje en el páramo de Guerrero. *Suelos Ecuatoriales* 19 (1): 70-83.
- Franco, P., O. Rangel y G. Lozano. 1986. Estudios ecológicos en la cordillera

- Oriental. II. Comunidades vegetales de los alrededores de la laguna de Chingaza –Cundinamarca. *Caldasia* 15: 219 – 248.
- Guhl, E., 1968. Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. SU ecología y su importancia para el régimen hidrológico de la misma. *Colombia Geográfica*, 9: 195-212.
- Hess, C.G. 1990. "Moving up- moving down": Agropastoral land - use patterns in the ecuadorian páramos. *Mountain Research and Development*. 10 (4) :333-342.
- Hofstede, R.G. & Rossenaar, J.G.A., 1995. Biomass of grazed, burned and undisturbed páramo grasslands, Colombia. II. Root mass and aboveground: Belowground ratio. *Artic and Alpine Research*, 27(1): 13-18.
- Hofstede, R.G., 1995. The effects of grazing and burning on soil and plant nutrient concentrations in Colombian páramo grasslands. *Plant and Soil*, 173: 111-132.
- Laegaard, S., 1992. Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. En: H. Baslev&J.L. Luteyn (Eds), *Páramo. An andean ecosystem under human influence*. Academic Press, San Diego, California, pp. 151-170.
- Leps, J.; Michalek, J.; Kulisek, P.; Uhlik, P. 1995. Use of paired plots and multivariate analysis for the determination of goat grazing preference. *Journal of vegetation science*. 6: 37-42.
- Luteyn, J., 1992. Páramos: Why study them? En: H. Baslev&J.L. Luteyn (Eds), *Páramo; An Andean ecosystem under human influence*. Academic Press, London, pp. 1-14.
- Milchunas, D.G. & Hansson, M.L. 1993. A quantitative assessment of the effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63: 327-366.
- Molinillo, M.F., 1992. Pastoreo en ecosistemas de páramo: estrategias culturales e impacto sobre la vegetación sobre la cordillera de Mérida, Venezuela. Tesis de maestría , Universidad de los Andes, Merida, 192 pp.

- Pels, B & P.A. Verweij. 1992. Burning and grazing in a bunchgrass páramo ecosystem: vegetation dynamics described by transition model. En: H. Baslev & J.L. Luteyn (eds). Páramo. An andean ecosystem under human influence. Academic Press. pp. 243-263.
- Rice, K.J., 1989. Impacts of seed banks on Grassland community structure and population dynamics. En: M.A. Leck et al. (Eds), Ecology of soil seed banks. Academic Press, San Diego, California, pp. 211-230.
- Rodriguez, W., 2002; Vargas-Rios, O.:Estrategias de regeneracion postquema en areas de vegetacion altoandina tipo matorral. Perezarbelaezia.(13) Jardin Botanico Jose celestino Mutis Bogotá, Colombia.
- Sturm, H. & Rangel, O.I.-M.U.N.d.C., 1985. Ecologia de los paramos andinos: una vision preliminar integrada. Biblioteca José Jerónimo Triana, 9. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 292 pp.
- ter Heerdt, G.N.J., Verweij, G.L., Bekker, R.M. & Bakker, J.P., 1996. An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. Functional Ecology, 10: 144-151.
- Vargas-Rios, J.O. & Zuluaga, S., 1980. Contribución al estudio fitoecológico de la región de Monserrate. Tesis de Grado , Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Vargas-Rios, O. & Rivera-Ospina, D., 1990. El páramo un ecosistema fragil. Cuadernos de Agroindustria y Economía rural(25): 145-163.
- Vargas-Rios, O., 2002. Disturbios, patrones sucesionales y grupos funcionales de especie en la interpretacion de matrices de paisaje en los paramos Perezarbelaezia. (13) pp 73-90. Jardin Botanico Jose Celestino Mutis, Bogota, Colombia

Verweij, P.A. & Budde, P.E., 1992. Burning and grazing gradient in páramo vegetation.

En: H. Balslev & J.L. Luteyn (Eds), Páramo. An andean ecosystem under human influence. Academic Press, pp. 177-195.

Zar, J.H., 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc, new Jersey

Anexo1. Presencia-ausencia de las especies en la Vegetación (Veg) y en el banco de semillas (BSG). Azul:especies presentes en BSG y en Veg.

	Buitrago 1		Buitrago 2		Lajas		Valle del Tunjo	
	Veg	BSG	Veg	BSG	Veg	BSG	Veg	BSG
<i>Hypericum spp</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Halenia asclepiadea</i>	X	X	X	X	X	X		X
<i>Paepalanthus spp</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Pernettya prostrata</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Bartsia sp</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Espeletia kilipii.</i>	X	X	X	X	X	X		
<i>Carex sp2</i>	X	X	X	X		X		X
<i>Azorella sp</i>	X	X	X	X		X		
<i>Calamagrostis effusa</i>	X	X	X		X	X		
<i>Gentianella corymbosa.</i>	X	X	X		X	X		
<i>Carex sp 1</i>		X	X	X	X	X		X
<i>Oreobolus obtusangulus</i>		X	X	X	X	X		
<i>Lachemilla spp</i>		X		X	X	X	X	X
<i>Asteracea spp</i>		X		X		X	X	X
<i>Gamochaeta spp</i>		X		X		X	X	X
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>		X				X	X	X
<i>Eleocharis acicularis</i>				X		X	X	X
<i>Carex sp 3</i>		X		X	X	X		X
<i>Laestadia muscicola</i>		X			X	X		X
<i>Sibthorpia repens</i>	X	X						X
<i>Puya spp</i>	X	X			X			
<i>Arcytophyllum muticum</i>			X		X		X	X
<i>Geranium sibbaldioides</i>			X		X	X	X	X
<i>Paspalum bomplandianum</i>			X				X	X
<i>Agrostis boyacensis</i>							X	X
<i>Isolepis sp</i>							X	X
<i>Cotula minuta</i>							X	X
<i>Muehlenbergia cleefii</i>							X	X
<i>Ranunculus nubigenus</i>							X	X
<i>Rhynchospora sp2</i>							X	X
<i>Sigesbeckia jorullensis</i>							X	X
<i>Poacea Spp</i>		X		X		X		X
<i>Crasula paludosa</i>		X				X		X
<i>Luzula denticulata</i>				X		X		X
<i>Juncaceae Sp1</i>						X		X
<i>Galium sp</i>								X
<i>Pilea sp</i>								X
<i>Juncaceae sp 2</i>								X
<i>Stachys cf elliptica</i>								X
<i>Rhynchospora macrochaeta</i>	X		X		X			
<i>Altensteinia colombiana</i>	X							
<i>Agrostis foliata</i>	X				X			
<i>Nertera granadensis</i>	X				X			X
<i>Calamagrostis planifolia</i>	X		X		X			
<i>Chusquea tesellata</i>	X		X		X			
<i>Hypochoeris sessiliflora</i>			X		X		X	
<i>Aragoa abietina</i>			X					
<i>Blechnum loxense</i>			X					
<i>Oritrophyum peruvianum</i>			X					
<i>Anthoxantum odoratum</i>							X	
<i>Bidens triplinervia</i>							X	
<i>Caryophyllaceae Sp 3</i>								X
<i>Cerastium imbricatum</i>								X
<i>Epilobim sp</i>							X	
<i>Plagiocheilus solivaeformis</i>							X	
<i>Plantago sp</i>							X	
<i>Relbunium hipocarpium</i>							X	
<i>Rumex acetosella</i>							X	
<i>Taraxacum officinalis</i>							X	
<i>Trifolium repens</i>							X	

Anexo 2 Dendrograma en función de las unidades muestrales en cada sitios, de acuerdo a la composición de especies.

