

# LIBRO DE MEMORIAS

DEL IV CONGRESO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E  
INNOVACIÓN 2017



DIRECCIÓN DE  
PUBLICACIONES

ISBN: 978-9942-8611-6-0



9 789942 861160

**ANÁLISIS DE LA REGENERACIÓN NATURAL DESPUÉS DE LA EXPLOTACIÓN DE PINO EN EL PÁRAMO DE TAMBOLOMA****ANALYSIS OF THE NATURAL REGENERATION AFTER THE EXPLOITATION OF PINE IN PARAMO TAMBOLOMA (TUNGURAHUA- ECUADOR)**Jorge Caranqui<sup>1\*</sup>, David Suárez-Duque<sup>2</sup><sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica del Chimborazo ESPOCH, Riobamba- Ecuador, jcaranqui@yahoo.com<sup>2</sup>Corporación Randi- Randi Quito- Ecuador**RESUMEN**

*Pinus radiata* D. Don es plantada extensivamente en los Andes desde la década de 1960 en el Ecuador; fue escogida por su potencial de crecimiento rápido. El establecimiento de plantaciones forestales en el páramo provee de ciertos bienes y servicios, pero afecta otros. Por este motivo, en el presente estudio se evaluó el proceso de regeneración de la cobertura vegetal producida después de la plantación y explotación de pino en el páramo de Tamboloma, localizada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pilahuín, ubicada a 3663 m. altitud., localizado 01°20'49''S; 78°45'47''W. Después de la explotación del pino, en estos últimos años la frontera ganadera de la comunidad ha poblado este sector, de esta manera la degradación tiende a ser más alta en el sitio, pese a esto existe un proceso de regeneración vegetal. En la investigación se cuantificó la vegetación existente según la metodología del Ministerio del Ambiente (2011), y con los resultados se calculó el índice de similitud en el programa PAST, además posteriormente se comparó con una parcela de páramo herbáceo (vegetación original). En la zona de estudio se registraron 53 especies agrupadas en 47 géneros y 25 Familias. Se encontró una mezcla de especies de diferente tipo de formas de vida, como bosque andino: *Brachyotum ledifolium*, *Gynoxys sodiroi*; de páramo herbáceo (pajonal): *Cortaderia jubata*, *Calamagrostis intermedia*, esto se debe a los procesos que ha sufrido la vegetación en este sector, pero solo comparte una especie con el páramo herbáceo. Por el proceso de regeneración en que se encuentra la zona, se sugiere no realizar ninguna plantación, la sucesión natural podría ser una opción más barata y viable para realizar una restauración de vegetación.

**Palabras claves:** sucesión, plantación, alteración, pino

**ABSTRACT**

*Pinus radiata* D. Don is planted extensively in the Andes since the 1960s in Ecuador; Was chosen for its potential for rapid growth. The establishment of forest plantations in the High Andean provides certain goods and services, but affects others. For this reason, the present study evaluated the process of regeneration of the vegetation cover produced after the planting and exploitation of pine in the Tamboloma High Andean, located in the province of Tungurahua, Ambato canton, Pilahuín. Located at 3663 m. Altitude, 01°20'49''S; 78°45'47''W. After the exploitation of the pine tree, in recent years the livestock frontier of the community has populated this sector, in this way the degradation tends to be higher in the site, in spite of this there is a process of vegetal regeneration. The research quantified the existing vegetation according to the methodology of the Ministry of the Environment (2011), and with the results the similarity index was calculated in the PAST program, in addition it was later compared with a plot of herbaceous grass (original

vegetation). In the study area 53 species were grouped in 47 genera and 25 families. A mixture of species of different types of life was found, such as Andean forest: *Brachyotum ledifolium*, *Gynoxys sodiroi*; Of herbaceous High Andean (grass herb): *Cortaderia jubata*, *Calamagrostis intermedia*, this is due to the processes that has undergone the vegetation in this sector, but only shares a species with the herbaceous High Andean. Due to the regeneration process in which the area is located, it is suggested not to make any plantation, natural succession could be a cheaper and viable option to perform a vegetation restoration.

**Key words:** Succession, plantation, alteration, pine

### 1. Introducción

El ecosistema páramo cubre unos 12 600 km<sup>2</sup> del territorio nacional y el número de especies de plantas vasculares del Ecuador es de 15 901 (1). Los ecosistemas de páramo son categorizados como uno de los sitios con mayor biodiversidad del mundo, considerado por algunos como archipiélago biológico (3 en 2). En el Ecuador la franja altitudinal entre los 3 000 hasta los 4 500 m.s.n.m. contiene casi el 30 % de las especies de plantas vasculares (4), esto demuestra la gran representatividad que tiene este ecosistema y la importancia de conocer cuál es su diversidad florística, ya que esta clase de información servirá como punto de partida para el monitoreo del cambio climático y el comportamiento de la flora.

A pesar de su alto grado de alteración, los páramos poseen una gran importancia ecológica y evolutiva, poseen una alta biodiversidad con relación a su superficie total y sobre todo altos niveles de endemismo, que en algunos grupos puede llegar al 60 % (5,6). Sin embargo, están sufriendo un acelerado proceso de deterioro debido principalmente al sobrepastoreo, a la introducción de especies no nativas como es el *Pinus radiata* D. Don (pino), a las quemadas asociadas a la ganadería y a la expansión de la frontera agrícola. La alteración de ecosistemas se refiere a cualquier pérdida funcional o estructural a consecuencia de una perturbación, los ecosistemas maduros pueden ser alterados en diversos grados, el término "conversión", hace referencia al cambio en el uso del suelo y la transmutación de bosques tropicales en terrenos agrícolas o de estos en tierras marginales (7,8).

La regeneración natural es un ciclo donde se puede considerar como el agregado de procesos mediante el cual el bosque se restablece por medios naturales, teniendo un aspecto dinámico y otro estático (9). Es el proceso continuo natural del bosque, para asegurar su propia sobrevivencia, normalmente por una abundante producción de semillas que germinan para asegurar el nuevo bosque (10). La regeneración natural se reconoce como el mecanismo que permite a las especies de plantas recuperarse después de eventos de perturbación naturales o antrópicos (11).

En el Ecuador las plantaciones forestales empezaron a ser establecidas desde los finales de los 1800 y como pruebas forestales alrededor de los años 1920. Las especies que crecían mejor en los ambientes ecuatorianos fueron escogidas y eventualmente promovidas. El pino radiata fue una de las especies seleccionadas por su potencial de crecimiento rápido, especialmente en los páramos de la Sierra. Esta especie empezó a ser plantada en grandes extensiones desde los años de la década de 1960. (12,13).

Desde hace años la reforestación en el Ecuador ha sido una estrategia para recuperar los ecosistemas intervenidos, lastimosamente en contadas ocasiones se han realizado estudios de líneas base del estado de los servicios ecosistémicos antes de implementar la estrategia de reforestación y después (14). El establecimiento de plantaciones forestales en el caso del páramo, provee de ciertos bienes y servicios, pero va en desmedro de otros servicios, como la provisión del agua

y la secuestación de carbono de suelo. Por este motivo, el presente estudio pretende evaluar el proceso de regeneración de la cobertura vegetal producida después de la explotación de pino en el páramo de Tamboloma, Ambato, Tungurahua.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Localización Geográfica

El presente estudio se realizó en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pihlahuín, sector Tamboloma. A una altitud de 3663 m.s.n.m., con las coordenadas 01°20'49''S; 78°45'47''W. La formación natural donde se encuentra éste rodal pertenece a páramo herbáceo (6). Cabe aclarar que en la zona de estudio fue plantado pino (*Pinus radiata*) en 1986 y en el 2003 fue explotado dejando a la zona descubierta por la extracción de madera, durante estos últimos años se encuentra ganado que pertenece a la comunidad, pese a esto ha existido un interesante proceso de regeneración de la cobertura vegetal.

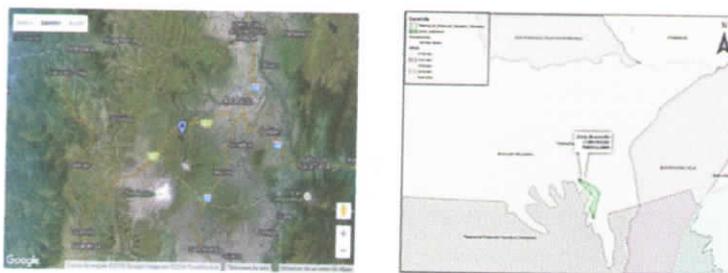


Figura 1: Ubicación geográfica de la Comunidad Tamboloma

### 2.2 Metodología

El trabajo de campo se realizó en las fechas del 28 al 30 de abril del 2012. En el área de estudio, se realizó una inspección de la vegetación existente después de la explotación del pino y a la vez se colectó todo lo representativo especialmente fértil. Como lo obtenido fue replicas, posteriormente se comparó con información de especies con información de: (1,17-22)), en una parcela hecha en Río Blanco (Reserva de Producción Faunística Chimborazo) en las coordenadas 01° 22'34''S; 78 °47' 24' W.

La metodología utilizada es la que se está ejecutando como parte del Inventario Nacional Forestal "INF" (15); para las mediciones de campo se utilizó un conglomerado de parcelas en forma de L. Las parcelas se realizaron de forma cuadrada de 60 x 60 m. Se utiliza este tipo y forma de parcelas para las mediciones de biomasa y la mayoría de tipos de vegetación, ya que es la más usual y común (16), en cada parcela se situó una subparcela (réplica) en el vértice inferior izquierdo (de arriba abajo en orientación de la pendiente) de 20 x 20 m, donde se midió porcentaje de cobertura de las tres réplicas. Además se colectó las muestras para posteriormente identificar taxonómicamente la vegetación existente dentro de las 3 parcelas de 60 x 60 m.

Se colectaron especímenes de la mayoría de los individuos para identificar por género y especies, las muestras reposan en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP). La comparación con la parcela de Río Blanco fue en dos modalidades:

- a) Tres réplicas con la parcela de Río Blanco (vegetación original); y
- b) El total de las tres réplicas con la parcela de Río Blanco, cuyo propósito es comparar la similitud de la regeneración vegetal después de la plantación de pino con la vegetación original (páramo herbáceo).

Las coberturas fueron analizadas en el programa PAST (23), obteniendo los índices de similitud de Bray Curtis para las respectivas comparaciones.

### 3. Resultados

En la zona de estudio se registraron 53 especies agrupadas en 47 géneros y 25 Familias (Tabla 1). Se encontraron especies de diferentes hábitos, los arbustos son los más abundantes como *Brachyotum ledifolium* y *Gynoxys sodiroi*, pero también se encontraron especies de páramo de almohadillas como *Acaena elongata* y de páramo herbáceo: *Calamagrostis intermedia*, es decir en esta zona se halló una mezcla de especies de diferente tipo de hábitos, esto se debe a los procesos que ha sufrido la vegetación en este sector, primero por la explotación de pino y actualmente influenciada por los procesos de regeneración de la cobertura vegetal.

**Tabla 1.** 36 de las 53 especies más importantes de especies encontradas en cada parcela (%)

ESPECIES	T1	T2	T3	RÍO BLANCO
<i>Bomarea multiflora</i> (L. f.) Mirb.	1	0	1	0
<i>Gynoxys sodiroi</i> Hieron	25	30	5	0
<i>Laciocephalus involucratus</i> (Kunth) Cuatrec.	10	7	1	0
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	1,5	0	1	0
<i>Fleischmania obscurifolia</i> (Hieron) R.M.King & H.Rob.	1	0	0	0
<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	1	0	0	0
<i>Elaphoglossum cuspidatum</i> (Willd.) T.Moore	1	0	0	0
<i>Geranium multipartitum</i> Benth	1	5	0	0
<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	50	28	29	0
<i>Pinus radiata</i> D.Don	1	2	1	0
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl.) Steud.	1	14	0	17,75
<i>Monnina phillereoides</i> (Bonpl.) Eriksen	1,5	2	1	0
<i>Acaena elongata</i> L.	1	0	15	0
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	1	5	1	0
<i>Calceolaria ericoides</i> Vahl	3	1	0	0
<i>Lupinus pubescens</i> Benth	0	1	0	0
<i>Polistichum orbiculatum</i> (Willd.) T.Moore	0	1	0	0
<i>Siphocampylus giganteus</i> (Cav.) G. Don	0	1	0	0
<i>Calceolaria hissofolia</i> Kunth	0	1	5	0
<i>Orthrosanthus chimborascensis</i> (Kunth) Baker	0	1	1	0
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	0	1	0	0
<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	0	0	33	0
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	0	0	1	0
<i>Achyrocline alata</i> (Kunth) DC.	0	0	1	0

<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	0	0	1	0
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	0	0	1	0
<i>Gnaphalium dombeyanum</i> DC.	0	0	1	0
<i>Jungia rugosa</i> Less.	0	0	1	0
<i>Eryngium humile</i> Cav.	0	0	0	16,75
<i>Geranium sibbaldoides</i> Benth	0	0	0	30,25
<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	0	0	0	12,25
<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex. Willd.) Rothm.	0	0	0	2
<i>Campylopus</i> sp.	0	0	0	4,75
<i>Daucus montanus</i> Humbl. & Bonpl.	0	0	0	0,5
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	0	0	0	0,5
<i>Distichia muschoides</i> Nees & Meyen	0	0	0	6,25

En la tabla 1 además de el listado encontrado en Tamboloma (T1-T3), se comparó con 8 especies de la zona de de Río Blanco, estas especies corresponden a páramo herbáceo y pertenecen a la formación original de esta zona, como podrá apreciarse solo una especie (*Calamagrostis intermedia*) comparte con Tamboloma. Y se confirma en la figura 2, ya que tanto comparando con las réplicas (a), y con el total (b) con la parcela de Río Blanco no hay similitud.

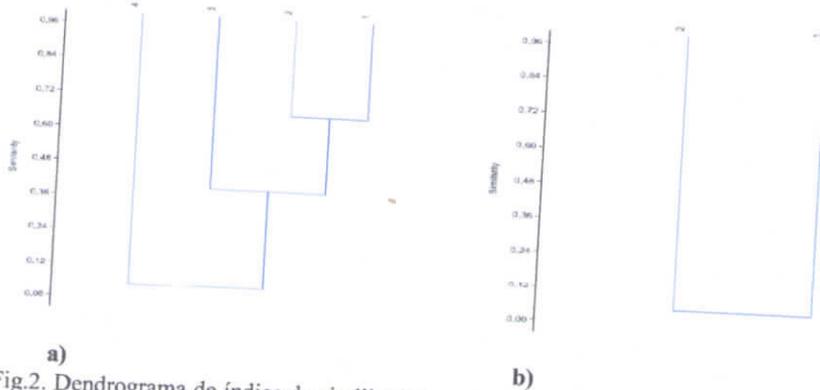


Fig.2. Dendrograma de índice de similitud.a).- entre las tres réplicas (1,2,3) y la parcela de Río Blanco (4). B).- entre las tres réplicas juntas (1) y la parcela de Río Blanco (2).

En una de las réplicas hay una importante presencia de *Cortaderia jubata*, esta especie se adapta mejor a suelos con condiciones húmedas (24), lo que podría permitir conjeturar que el suelo también está recuperando su capacidad de regulación hídrica.

#### 4. Discusión

A pesar de las características de la zona, la vegetación tiene un proceso importante de regeneración natural, posterior a la explotación de pino y no necesariamente de forma homogénea, la heterogeneidad encontrada se debe a que el ecosistema original antes de la plantación de pino fue

un páramo herbáceo (1,17), y después de la explotación de la plantación de pino hay dinámicas diferentes, el proceso de regeneración a esta altura es lento, porque el crecimiento de la vegetación también es lento.

En la primera etapa de regeneración encontramos especies generalistas que serían capaces de explotar una gama más amplia de recursos en el estudio actual, teniendo en cuenta las amplias distribuciones que poseen y esto se pueden atribuir a un bajo grado de especialización ecológica (25) y (26), y obviamente se muestran menos especies de páramo herbáceo (vegetación original). En general, los sitios menos disturbados son más ricos en especies, pero esta aseveración no es universal; por un lado, los sitios disturbados pueden tener una gran cantidad de malezas que, en términos puramente numéricos, también aumentan la biodiversidad (27)

El presente estudio se realizó después de un corte total de la plantación de pino, es decir sin cubierta empezó la colonización de la nueva cobertura y sin datos previos, las condiciones del suelo son diferentes, ya que después de la plantación de pino las condiciones del suelo son diferentes porque afecta la retención de humedad y fertilidad del suelo, por lo tanto se esperan diferentes especies que toleren las nuevas condiciones del suelo (11). En un páramo colombiano (28), la plantación de *Pinus patula* resultó en fuertes efectos negativos sobre la diversidad y la composición de la vegetación del subpáramo.

Los taxones de plantas del páramo, poseen adaptaciones que les permite sobrevivir a las diferentes perturbaciones antropogénicas (29), éstas adaptaciones incluyen: la capacidad de rebrotar de raíces carnosas o rizomas, semillas que germinan después de los incendios y en el caso de plantas arrosadas la protección de la yema apical. Se enfatiza que estas adaptaciones deben haber evolucionado mucho antes que las perturbaciones antropogénicas tuvieran un impacto en los páramos, más o menos dentro de los últimos 10 000 años. Las características morfológicas y fisiológicas que permiten a las plantas del páramo sobrevivir los frecuentes incendios probablemente evolucionaron como adaptaciones a otros factores como la sequía y las fluctuaciones de temperaturas diurnas por haber sido alterada por la siembra de pino y su posterior cosecha. Actualmente la zona de estudio es una mezcla de especies de los distintos tipos de vegetación de la ceja andina (arbustos): *Brachyotum ledifolium*, *Gynoxys sodiroi*; de páramo herbáceo (pajonal), *Cortaderia jubata*, *Calamagrostis intermedia*. Además en varias sectores se registró *Lachemilla orbiculata*, que es una especie indicador de páramos alterados (24). Esto hace que este sector tenga características ecológicas especiales, que es necesario considerarlas antes de entrar en un proceso de recuperación.

El presente estudio ha recogido resultados de la primera etapa de regeneración, suponemos que en una futura evaluación en un tiempo posterior se observará, si la vegetación pionera se consolida por lo dicho en los párrafos anteriores, o retoma la vegetación original que en la zona fue páramo herbáceo.

El tener una masa boscosa, no debería ser el único objetivo de los programas de recuperación vegetal, lastimosamente muchos de los programas gubernamentales consideran esto como el objetivo primordial (30). La meta de la restauración es recuperar los ecosistemas después de una alteración, en este caso hacer el seguimiento del ecotono formado entre el páramo y el bosque para monitorear a largo plazo.

Por la intervención humana durante el tiempo que tiene Ecuador, los ecotonos entre los páramos y los bosques montanos han sufrido cambios importantes desde hace siglos; en la actualidad se pueden encontrar a esta altura ecosistemas análogos, que por su propia dinámica están regenerando a otro ecosistema, o quizás en algún momento vuelva a aparecerse al original (31). Aun no se cuenta con suficiente información sobre esto, pero hay muchos programas del gobierno ecuatoriano financiando reforestación a esta altura, pero no necesariamente es lo idóneo. Por el momento y

considerando estos resultados preliminares, es mejor realizar a esta altura una restauración pasiva de la vegetación, excluyendo del sector recuperado el ganado y las quemadas.

### 5. Conclusiones

Por el proceso de regeneración en que se encuentra la zona, no se sugiere realizar una plantación tradicional de especies nativas, que obligaría a cortar varios arbustos que se han regenerado naturalmente. La sucesión natural (restauración pasiva) podría ser una opción más barata y más viable para restaurar un ecotono entre el páramo y el bosque andino y así, recuperar el acervo genético, los servicios ecosistémicos y la diversidad florística.

### Agradecimientos

Al proyecto GESOREN de la GIZ por financiar la investigación solicitada por la Dirección Nacional de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio del Ambiente del Ecuador; además al Segundo Chimbolema, Cristian Acurio y María Ortiz y a los habitantes de la zona de Tamboloma por las facilidades de realizar el trabajo.

### Conflicto de intereses.

Ninguno

### Referencias

1. Jørgensen P.M. & León-Yáñez S. (Eds.). 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden.
2. Eguiguren, P., T.Ojeda, & N. A. Aguirre. 2010. Diversidad florística del ecosistema paramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático. Disponible en: <https://goo.gl/ComKzH>
3. Azócar, A. (1981). La flora de los páramos. En: Los páramos venezolanos. De Karl Weidman. Edi. Librería Alemana S.R.L. pp. 6-27. Disponible en: <https://goo.gl/c4xHr2php>
4. Josse, C., P. Mena, y G. Medina. (2000). La Biodiversidad de los Páramos. Serie Páramo 7. GTP. Disponible en: <http://paramosecuador.org.ec>
5. León-Yáñez, S. 2000. La flora de los páramos ecuatorianos. En: La biodiversidad de los páramos. Serie Páramo 7: 5-21. GTP/AbyaYala. Quito.
6. R. Sierra (ed.), 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Quito – Ecuador.
7. Salamanca, B., & Camargo, G. (2000). Protocolo Distrital de restauración ecológica: guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Santa Fe de Bogotá. Bogotá (Colombia). Alcaldía Mayor. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA.
8. Armijos Barros, J., & Lima Ramirez, A. (2011). Monitoreo de la regeneración natural en zonas alteradas e identificación de las especies forestales potenciales para la recuperación hídrica en la microcuenca Jipiro, cantón Loja (Bachelor's thesis).
9. Rollet, B. 1969. La regeneración natural en un bosque denso siempre verde de la llanura de la Guyana Venezolana. Boletín Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación.
10. Bueso, R. 1997. Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaranguita, La Esperanza, Honduras. 74 p
11. Mongue, A. 1999. Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas perma-

- nentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. Cartago, TEC, OET. 65 pp.
12. Farley, K.A., Kelly E.F., & Hofstede, R.G. 2004. Soil organic carbon and water retention following conversion of grasslands to pine plantations in the Ecuadorian Andes. *Ecosystems* 7 (7)
  13. Farley, K. A. 2007. Grasslands to tree plantations: forest transition in the Andes of Ecuador. *Annals of the Association of American Geographers* 97(4): 755-771.
  14. Brandbyge, J., & Holm-Nielsen, L. B. (1987). Reforestación de los Andes ecuatorianos con especies nativas. Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas, CESA 1967-1987 Testimonio de Una Accion.
  15. Ministerio del Ambiente. 2011. Manual de campo "Evaluación Nacional Forestal ENF" del Ministerio del Ambiente del Ecuador bajo la cooperación del Programa "Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático" FAO Finlandia.
  16. Ravindranath, NH & Oswald, M 2008, Carbon Inventory Methods: Handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Roundwood Production Products, Advances in Global Change Research, Springer Netherlands, Dordrecht
  17. Caranqui, J., Lozano, P. & Reyes, J. 2016. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), pp-33.
  18. Valencia, R., Pitman, N., León-Yáñez, S. & Jørgensen, P.M. (eds.) 2000. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
  19. Missouri Botanical Garden. Trópicos base de datos. [Consulta de internet 31 jul. 2015]. <http://www.tropicos.org>
  20. EcoCiencia. (2014). Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Informe final de consultoría.
  21. Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito
  22. Caranqui, J., W.Haro y F.Salas. (2013). Diversidad y Similitud de los Páramos del Chimborazo. GADP Chimborazo- ESPOCH. Disponible en: <https://goo.gl/Xn1cUQ>
  23. Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. 2009. PAST-PAlaeontological STatistics, ver. 1.89. University of Oslo, Oslo.
  24. Mena P., Medina G. & Hofstede R. (Eds.). 2001. Los Páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala/ Proyecto Páramo. Quito.
  25. Gaston, K.J. & Kunin, W.E. 1997. Rare-common differences: an overview. In: Kunin, W.E., Gaston, K.J. (Eds.), *The Biology of Rarity: Causes and Consequences of Rare-Common Differences*. Chapman & Hall, London, pp. 12-29.
  26. Verweij, P. 1995. Spatial and temporal modelling of vegetational patterns: burning and grazing in the paramo de Los Nevados National Park, Colombia. Tesis de Ph.D. Universidad de Amsterdam. Holanda.
  27. Welch, D., Scott, D., 1997. Decline of moorland plants following the establishment of a Scots pine plantation. *Botanical Journal of Scotland* 49, 27-37.
  28. van Wesenbeeck, B. K., van Mourik, T., Duivenvoorden, J. F., & Cleef, A. M. 2003. Strong effects of a plantation with *Pinus patula* on Andean subpáramo vegetation: a case study from Colombia. *Biological Conservation*, 114(2), 207-218.
  29. Laeagard S. 1992. Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. 151-170. In: H.Balslev & J.Luteyn (eds.). *Páramo-An Andean Ecosystem under Human Influence*. Academic Press London
  30. Sarmiento, F.O. 2002. Impulsores de cambio del paisaje: dinámica de las líneas de árboles en la morfología neotropical [Drivers of landscape change Treeline dynamics in neotropical mont-

logy] Ecotropicos: 15(2):129-146

31. Suárez Duque, D. (2008). Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 9-15.