



—CAPÍTULO 4

LA FLORA DE LOS PÁRAMOS ECUATORIANOS: ORÍGENES, DIVERSIDAD Y ENDEMISMO

Katya Romoleroux |
Priscilla Muriel | Petr Sklenář |
Carmen Ulloa Ulloa | David Espinel |
Chaquira Romoleroux

Urcurrosa (*Ranunculus gusmanii*).
Fotografía: Robert Hofstede



Resumen

Este capítulo presenta información actualizada sobre la flora, ecología y biogeografía de los páramos del Ecuador. La flora del páramo es producto de las adaptaciones a condiciones climáticas y edáficas especiales de elementos de la flora austral-antártica y de elementos holárticos. El levantamiento de los Andes y los eventos glaciares e interglaciares del Pleistoceno, además de las actividades antrópicas, ayudaron a consolidar las comunidades vegetales andinas. Así, la composición genérica de la flora paramuna comprende un 45 % de elementos de origen templado, 45 % de origen neotropical y 7 % son endémicos del Ecuador.

De acuerdo con el sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental, el páramo puede dividirse en tres categorías tradicionalmente propuestas (superpáramo, páramo y subpáramo), que comprenden varios tipos de vegetación, en función de las condiciones propias de las localidades y de las formas de crecimiento de su flora (rosetas gigantes, pajonales, hierbas acaulescentes, arbustos esclerófilos y plantas en almohadillas). Los páramos al sur del valle del Girón-Paute, más antiguos geológicamente, se encuentran a menor altitud y se diferencian por tener más especies leñosas mientras las plantas en almohadilla están casi ausentes.

Los diferentes páramos ecuatorianos, al igual que las otras regiones alpinas, varían en su diversidad florística debido a la elevación, el hábitat y la perturbación. En el presente capítulo registramos 1735 especies de plantas vasculares (1522 angiospermas, 208 pteridofitas y cinco gimnospermas), de las cuales 1696 son nativas, 690 son endémicas para el Ecuador y 39 son introducidas en el país. Las 10 familias más diversas son Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae, Campanulaceae, Rosaceae, Ericaceae, Polypodiaceae, Cyperaceae y Lycopodiaceae, y los 10 géneros más ricos son *Epidendrum*, *Elaphoglossum*, *Phlegmariurus*, *Calceolaria*, *Senecio*, *Gentianella*, *Valeriana*, *Miconia*, *Gynoxys* y *Lachemilla*.

La flora de páramo tiene un alto porcentaje de endemismo, especialmente en los cinturones altitudinales más estrechos y fragmentados. De las 690 especies endémicas del Ecuador mencionadas aquí, varias son exclusivas de este ecosistema.

El páramo ecuatoriano, en relación con su área, es muy diverso por su alto número de especies nativas y endémicas. A la vez, el páramo es uno de los ecosistemas más vulnerables frente a los cambios ambientales y otros procesos antrópicos, por lo que la mayoría de las especies se encuentran en peligro. Es necesario continuar con el estudio de la flora del páramo y contar con un listado completo y actualizado de las especies, que sirva como una herramienta de base para procesos de conservación y toma de decisiones de este importante ecosistema.

Summary

This chapter presents updated information on the flora, ecology, and biogeography of Ecuador's páramo. The páramo flora is the product of adaptations to special climatic and edaphic conditions of elements of the austral-Antarctic and Holarctic flora. The uplift of the Andes and the Pleistocene glacial and interglacial events, in addition to anthropogenic activities, helped to consolidate the Andean plant communities. Thus, the generic composition of the páramo flora comprises 45% of elements of temperate origin, 45% of neotropical origin and 7% endemic.

According to the ecosystem classification system of continental Ecuador, the páramo can be divided into three traditionally proposed categories (superpáramo, páramo and subpáramo), which include various types of vegetation, depending on the conditions of the localities and the growth forms of their flora (giant rosettes, tussock plants, acaulescent grasses, sclerophyllous shrubs and cushion plants). The páramos south of the Girón-Paute valley, geologically older, are at a lower altitude and differ in having more woody species, while cushion plants are almost absent.

The different Ecuadorian páramos, like other alpine regions, vary in their floristic diversity due to elevation, habitat, and degree of disturbance. In the present chapter we recorded 1735 vascular plant species (1522 angiosperms, 208 pteridophytes and five gymnosperms), of which 1696 are native, 690 are endemic to Ecuador and 39 are introduced. The 10 most diverse families are Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae, Campanulaceae, Rosaceae, Ericaceae, Polypodiaceae, Cyperaceae and Lycopodiaceae while the 10 richest genera are *Epidendrum*, *Elaphoglossum*, *Phlegmariurus*, *Calceolaria*, *Senecio*, *Gentianella*, *Valeriana*, *Miconia*, *Gynoxys*, and *Lachemilla*.

The páramo flora has a high percentage of endemism, especially in the narrower and more fragmented altitudinal belts. Of the 690 species endemic to Ecuador, several are exclusive to this ecosystem.

The Ecuadorian páramo, in relation to its area, is very diverse due to its high number of native and endemic species. At the same time, the páramo is one of the ecosystems most vulnerable to environmental changes and other anthropogenic processes, which is why most species are endangered. It is necessary to continue with the study of the páramo flora and to have a complete and updated list of species, which will serve as a basic tool for conservation and decision-making processes in this important ecosystem.

Introducción

En este capítulo estudiamos la flora de los páramos ecuatorianos desde puntos de vista biogeográficos, ecológicos y taxonómicos, y analizamos las amenazas que existen sobre ella. El objetivo es contar con información lo más exhaustiva y actualizada posible sobre este elemento para contribuir a la generación de políticas y la toma de decisiones relacionadas con la conservación y el manejo del páramo, un ecosistema fundamental para el desarrollo sustentable del Ecuador.

Reseña de los orígenes y la evolución de la flora del páramo

La flora del páramo tiene diversos orígenes; una de las sugerencias más probables indica que la flora inicial en el protopáramo se pudo haber desarrollado en las cimas de las colinas tipo sabana a partir de especies precursoras ya adaptadas a un clima con marcada estacionalidad pluvial o condiciones edáficas especiales (Sklenář et al., 2010; van der Hammen y Cleef, 1986). Como consecuencia del levantamiento final de los Andes septentrionales, a la vegetación del páramo temprano se le sumaron paulatinamente elementos de la flora austral-antártica que migró hacia el norte (Cleef, 1981; Hooghiemstra et al., 2006; van der Hammen y Cleef, 1986) y, además, elementos holárticos que migraron desde el hemisferio norte y se adaptaron a las condiciones climáticas y edáficas del páramo (Londoño et al., 2014; Ulloa Ulloa y Jørgensen, 1993). Posteriormente, los eventos glaciares e interglaciares ocurridos durante el Pleistoceno desplazaron, constantemente, de manera altitudinal las zonas de vegetación andinas (Hooghiemstra, 1984; van der Hammen, 1974). Sin embargo, desde finales del Holoceno las crecientes actividades antropogénicas han afectado a la flora del páramo (Hofstede, 1995; Luteyn, 1999; Verweij, 1995).

El origen de los géneros que se encuentran en los páramos ecuatorianos es muy variado: aproximadamente el 45 % son de origen templado, el 45 % de origen neotropical y el 7 % son endémicos (Hofstede et al., 2014). Esta proporción puede variar de acuerdo con la localidad, el tipo de páramo, y las predisposiciones ecológicas de los géneros. Sklenář y Balslev (2007) encontraron que más de la mitad de los géneros tropicales y templados estudiados en el superpáramo del Ecuador se distribuyen en zonas templadas, un 40 % en zonas tropicales y un 2 % son endémicos del páramo; sin embargo, señalaron que al desglosar los géneros templados y tropicales en los elementos geográficos de la flora que los constituyen, se encuentra una desviación significativa de los valores esperados sobre

los 4500 m de altitud. Los géneros de los elementos templado amplio, holártico y alpino andino aumentan significativamente al incrementar la altitud, mientras que los elementos neotropical montano, austral-antártico, endémico del páramo, y cosmopolita disminuyen significativamente con la altitud. Por otro lado, los datos filogenéticos sustentan que los géneros tropicales y templados contribuyeron por igual a la riqueza de especies actual de la flora del páramo. Entre los géneros templados, los géneros del hemisferio norte dieron lugar a más especies en el páramo que los géneros del hemisferio sur (Sklenář et al., 2010).

Tipos de vegetación y diversidad florística

El páramo es uno de los ecosistemas de montaña con más alta biodiversidad en el mundo (Luteyn, 1999; Muellner-Riehl et al., 2019; Smith y Cleef, 1988) y presenta altos niveles de especiación (Madriñán et al., 2013). Esta alta diversidad puede ser explicada por factores bióticos y abióticos (Pouchon et al., 2018, Perrigo et al., 2020; Muellner-Riehl et al., 2019; Guayasamín et al., 2021). En las montañas, por ejemplo, hay factores como la sedimentación, la formación del suelo y la orogenia que interactúan entre sí y con el clima, lo que genera alta heterogeneidad ambiental y propicia la existencia de una gran diversidad de especies (Perrigo et al., 2020). A eso se suman factores evolutivos como el flujo genético, el aislamiento reproductivo y eventos de hibridación y poliploidía que juegan un papel importante en la especiación, particularmente en las montañas (Steinbauer et al., 2016). Además, los eventos de glaciación ocurridos dentro de los últimos dos millones de años sirvieron como barreras geográficas que gatillaron procesos de especiación y adaptación en los páramos (Flantua et al., 2019; Kerr, 2004). Este aislamiento fue clave para la especiación y es consistente con el aumento directamente proporcional del porcentaje de endemismo y la elevación que se encuentra en las altas montañas.

Síntesis de los tipos de vegetación existentes en el páramo

Inicialmente, Cuatrecasas (1958, 1968) dividió la vegetación zonal de páramo en tres cinturones elevacionales, principalmente en referencia a los páramos colombianos: subpáramo arbustivo, páramo herbáceo (o páramo propiamente dicho) y superpáramo. Posteriormente, Peyre et al. (2018), en un análisis a gran escala de la vegetación en toda la región del páramo en Sudamérica, clasificaron la vegetación en tres tipos equivalentes: el subpáramo entre aproximadamente 3000 y 3500 m, el páramo medio entre 3500 y 4200 m, y el superpáramo entre 4200 y 5000 m. La posición altitudinal de los cinturones de vegetación es asimétrica, alcanzando

una elevación más baja en los lados húmedos de las montañas (Cleef, 1981; van der Hammen y Cleef, 1986). La vegetación de páramo dominada por bambúes ocurre en las laderas muy húmedas de los Andes. La vegetación se compone de cinco formas de crecimiento/vida básicas: rosetas gigantes, pajonales, hierbas acaulescentes, arbustos esclerófilos y plantas en almohadillas/cojines (Hedberg y Hedberg, 1979; Mena-Vásconez y Balslev, 1986; Luteyn, 1999). Actualmente, el sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013) define el páramo ecuatoriano como un ecosistema casi ininterrumpido que ocupa casi el 6 % del área total del país (más de 15 000 km²) y que se encuentra por sobre la línea de bosque de las cordilleras Oriental y Occidental, entre los pisos montano alto superior y subnival, con excepción de los páramos del sur en donde se encuentra por sobre los 2800 m de altitud (correspondientes al piso montano alto). El páramo está compuesto por diferentes tipos de ecosistemas, divididos en zonales y azonales, que comparten un ombrotipo húmedo o ultrahúmedo, y termotipos orotropicales o criotropicales.

La estructura de la vegetación de páramo en el Ecuador, generalmente, sigue las características anteriores (Ramsay, 1992; Sklenář, 2000; Sklenář y Lægaard 2003; Hansen et al., 2003; Moscol et al., 2009, Vargas et al., 2000). En este contexto, los ecosistemas de los altos Andes de Ecuador, que corresponden a lo que se conoce como páramos en general, están descritos en el *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental* (MAE, 2014). A continuación, se describen los diferentes ecosistemas tradicionalmente incluidos dentro de las categorías superpáramo, páramo y subpáramo.

Subpáramo

El subpáramo está conformado por parches de bosques siempreverdes del páramo, con un estrato arbóreo de 5 a 7 m, dominado por pocas especies de *Polylepis* o *Gynoxys* (Figura 4.1), además de individuos de *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Myrsine andina* y *Oreopanax andreanus*. Los árboles están cubiertos abundantemente por numerosas especies de briófitas, líquenes y epífitas. Tienen además un estrato arbustivo-herbáceo denso caracterizado por la presencia de especies de *Arcytophyllum*, *Barnadesia*, *Berberis*, *Puya*, *Brachyotum*, *Calamagrostis*, *Cortaderia*, *Diplostephium*, *Disterigma*, *Greigia*, *Pernettya*, *Senecio* y *Valeriana*. Sin embargo, este es uno de los ecosistemas más amenazados, pues su distribución se ha visto afectada por el cambio de uso del suelo, en especial debido a la agricultura, pastoreo, extracción de leña y quemas, además del aislamiento marcado de estos parches boscosos al estar embebidos en medio del Rosetal caulescente y el Herbazal del Páramo (Cuesta et al., 2013a).

Adicionalmente, en esta franja están incluidos el Arbustal siempreverde y el Herbazal del páramo (Salgado et al., 2013a), ecosistemas constituidos por arbustos de hasta 3 m de altura en parches mezclados con pajonales de *Calamagrostis* spp., y el Arbustal siempreverde montano alto del páramo del sur, una formación caracterizada por la presencia de árboles y arbustos leñosos de tamaño reducido de taxones como *Hesperomeles*, *Rubus*, *Ribes*, *Berberis*, *Desfontainia*, Ericaceae, Rosaceae, Asteraceae y Polygalaceae. En la provincia de Loja este ecosistema se conoce como ‘paramillo’ y posee elementos arbustivos y herbáceos característicos de los géneros *Puya*, *Miconia*, *Chusquea* (*Neurolepis*), *Oreocallis*, *Weinmannia* y *Blechnum* (Lozano y Mena-Vásconez, 2013).



Figura 4.1 Bosquete de *Gynoxys acostae* en el subpáramo en la antigua vía a Papallacta, cerca del Parque Nacional Cayambe Coca. Fotografía: Patricio Mena-Vásconez

Páramo

El tipo dominante de la vegetación de páramo en el Ecuador son los pastizales (pajonales) que corresponden al páramo propiamente dicho propuesto por Cuatrecasas (1958), el páramo medio descrito por Peyre et al. (2018) y el Herbazal del páramo descrito en el sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental (Salgado et al., 2013b). De acuerdo con este último, este ecosistema ocupa al 2013 casi el 70 % de todos los páramos y más del 4 % del área total del Ecuador (Capítulo 1). El páramo de pajonal en el Ecuador se caracteriza, generalmente, por la presencia dominante de *Calamagrostis intermedia* y *Calamagrostis effusa* (este último solo en Carchi; Ramsay, 1992; Ramsay y Oxley, 2001; Sklenář y Ramsay, 2001; Sklenář, 2006).

Los rosetales caulescentes y herbazales del páramo son ecosistemas dominados por hierbas de roseta gigante (frailejones) que presentan un solo tallo de hasta 10 m (Cuesta et al., 2013a). *Espeletia* está representado en el páramo de pastizal del Ecuador por una sola especie, *Espeletia pycnophylla*, principalmente en Carchi (subsp. *angelensis*), pero presente también en Sucumbíos e Imbabura (Ramsay, 1992; Sklenář, 2000, Moscol et al., 2009), con una población disyunta en Llanganates (subsp. *llanganatensis*). Esto indica conexiones estrechas con los páramos adyacentes de Colombia (Londoño et al., 2014; Figura 4.2).



Figura 4.2 Páramo de pajonal (*Calamagrostis intermedia*) con frailejones (*Espeletia pycnophylla*) en la Reserva Ecológica El Ángel. Nótese la formación boscosa en la base del farallón. Fotografía: Patricio Mena-Vásquez

Los arbustos esclerófilos (*Diplostephium*, *Linochilus*, *Andicolea* [antes *Loricaria*], *Monticalia*, *Pentacalia*) y las plantas en almohadilla (*Azorella* spp., *Plantago rigida*) son características prominentes de los páramos ecuatorianos. Este tipo de vegetación es particularmente abundante en las zonas húmedas y corresponde al superpáramo inferior *sensu* Cuatrecasas (1989).

Superpáramo

Tradicionalmente, el superpáramo suele dividirse en inferior y superior en función de la presencia de formas de crecimiento y la composición de especies (Sklenář, 2006; Sklenář y Balslev, 2005; Peyre et al., 2018).

Los Herbazales y Arbustal siempreverdes subnavales del páramo son herbazales compuestos por una vegetación fragmentada, con suelo desnudo entre los parches de vegetación, y contienen dispersos arbustos esclerófilos semi-prostrados pequeños; se localizan en morrenas, circos glaciares, escarpamentos rocosos, depósitos de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena o quebradas estrechas en las zonas más altas de los Andes del norte del Ecuador (Cuesta et al., 2013c, 2013d, 2013e). Las condiciones extremas del ambiente (gran variación de temperatura y de humedad) ejercen una presión selectiva fuerte sobre las especies vegetales, por lo que en este ecosistema muchas de las especies presentan adaptaciones fisiológicas singulares. Entre las especies dominantes de este tipo de vegetación se pueden encontrar arbustos esclerófilos enanos (géneros *Andicolea*, *Diplostephium*, *Linochilus*, *Monticalia*), cojines (*Azorella*, *Distichia*, *Plantago*, *Werneria* [antes *Xenophyllum*]) y hierbas de tallo corto (*Calamagrostis*, *Poa*, *Stipa*).

El Herbazal húmedo subnival del páramo (Cuesta et al., 2013d) comprende herbazales dispersos restringidos a las partes montañosas más altas, generalmente sobre los 4500 m. Son comunidades con composiciones florísticas muy heterogéneas, debido a diferencias marcadas en orientación, pendiente y precipitación, y variaciones de la humedad ambiental en los Andes. Aquí predominan las formas de vida graminoides de tallo corto (*Calamagrostis mollis* y *Agrostis toluensis*), las rosetas acaulescentes, las hierbas en cojín, y arbustos esclerófilos ocasionales (*Chuquiraga jussieui*, *Andicolea* spp.), prostrados (*Astragalus geminiflorus* y *Baccharis caespitosa*) y erectos (*Valeriana alypifolia*), y hierbas de tallo corto (Figura 4.3). Este ecosistema tiene una baja representación de briofitas (Sklenář y Lægaard, 2003), pero alberga varias especies de cojines edafoxerófilos, que están fisiológicamente adaptados a las condiciones climáticas extremas.



Figura 4.3 Algunas plantas que se encuentran en el superpáramo. a) *Chuquiraga jussieui*. b) *Astragalus geminiflorus*. c) *Azorella pedunculata*. d) *Distichia muscoides*. Fotografías: Patricio Mena-Vásquez (a) y Priscilla Muriel (b-d)

El Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo, presente en laderas escarpadas cubiertas por depósitos glaciares y con suelos geliturbados de estabilidad variable, está dominado por arbustos postrados o almohadillas dispersas. Son zonas con una alta humedad por su exposición hacia las zonas de formación de precipitación de la Amazonía, las cuales influyen sobre su composición florística, caracterizada por una alta diversidad de especies y una importante presencia de briofitas. En estas formaciones existen muchas especies de distribución restringida, lo que genera un elevado recambio en la comunidad de plantas vasculares. Las familias dominantes —Asteraceae y Poaceae— incluyen casi un tercio del total de especies registradas para estos sitios (Cuesta et al., 2013e).

Páramos septentrionales vs. páramos australes

La perturbación natural en forma de actividad volcánica es un factor importante que afecta a la vegetación de páramo en los Andes septentrionales. Por ejemplo, Løjtman y Molau (1983) describieron la vegetación pionera del páramo de la cumbre húmeda del volcán Sumaco, formada por arbustos bajos, helechos arborescentes como *Blechnum loxense*, *Cortaderia nitida* y una rica cobertura de briofitas. Sklenář (2006) reporta una vegetación similar de páramo en las laderas del volcán Tungurahua, en función de la estructura de la vegetación. Por ejemplo, en varios lahares antiguos de las laderas del volcán Cotopaxi, Sklenář et al. (2010) describieron la recuperación de la vegetación de páramo.

La vegetación de los páramos localizados al sur del valle del Girón-Paute es muy diferente a la del páramo zonal del centro y norte del Ecuador (Jørgensen et al., 1995). Las cordilleras al sur del país habitualmente no superan los 4000 m, por lo que no se ha descrito el superpáramo. En general, los páramos del sur del Ecuador (como en el Parque Nacional Podocarpus) tienen una mayor proporción de especies leñosas (Ericaceae, Melastomataceae, Asteraceae) en comparación con el resto del país (Keating, 2000). En el Parque Nacional Podocarpus, la vegetación abierta de páramo puede alcanzar hasta 3000 m de altitud, posiblemente como resultado de perturbaciones humanas pasadas (Keating, 2000). Las plantas en almohadilla están casi ausentes (excepto *Oreobolus*) y hay una alta abundancia local de rosetas de *Puya* (Lozano y Mena-Vásconez, 2013). En estos herbazales de páramo, ubicados en áreas de laderas con pendiente fuerte o en planicies con suelos hidromorfos, es característica la presencia de comunidades pioneras de gramíneas bambusoideas dominadas por *Chusquea* spp. (Salgado et al., 2013b).

Diversidad de las especies de plantas vasculares registradas en el páramo

En su listado de plantas de páramo, Luteyn (1999) registró 1242 especies para el Ecuador. Posteriormente, Sklenář et al. (2005) estimaron alrededor de 1500 especies. Cuesta et al. (2014) caracterizaron los patrones de la diversidad vegetal de las cuatro fisonomías de páramos del Ecuador (bosques en páramos, herbazales inundables, herbazales no inundables y matorrales) y la variación en la composición florística a partir de los datos de composición y estructura de las comunidades de plantas vasculares provenientes de 23 localidades de páramo. Los registros de páramo levantados durante este estudio se combinaron con los datos de vegetación

provenientes de diversas fuentes (herbarios, levantamientos florísticos de proyectos, registros personales de expertos, etc.) para generar una lista anotada de especies de páramo (Muriel et al., 2014), que registra 1439 nombres de taxones reportados para este ecosistema, correspondientes a 1400 especies, 14 subespecies y 25 variedades, dentro de 119 familias y 391 géneros. Adicionalmente, se han llevado a cabo estudios focalizados en la diversidad florística de diferentes localidades, especialmente en áreas protegidas. A continuación, destacamos algunos trabajos que recopilan información de la flora paramera, geográficamente de norte a sur.

En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), Ulloa Ulloa y Fernández (2015) registraron 79 especies características de los páramos. En la provincia de Napo, en los páramos de Oyacachi, Romoleroux et al. (2016) encontraron 146 especies de plantas vasculares asociadas a los bosques de *Polylepis* de este ecosistema.

En el Parque Nacional Llanganates, Vargas et al. (2000) reportaron más de 800 especies de plantas vasculares, de las cuales casi 200 ocurrían en el páramo (en su mayoría pastizales). A estas hay que añadir otras como las que habitan el superpáramo de Cerro Hermoso, entre las que se incluyen *Andicolea scolopendra* (antes *Loricaria scolopendra*), *Floscaldasia azurelloides*, *Oritrophium llanganatense* y *O. ollgaardii* (Sklenář refs. y obs. pers. 2010).

En el páramo del Parque Nacional Cajas (Azuay) se han reportado 89 familias, 264 géneros y 666 especies de plantas vasculares, 36 de ellas acuáticas (Ansaloni et al., 2022). Asteraceae es la familia más rica en especies, seguida de Poaceae, Rosaceae, Cyperaceae y Brassicaceae. Los géneros más ricos en especies son *Lachemilla*, *Baccharis*, *Calamagrostis*, *Phlegmariurus* y *Valeriana*.

Para los páramos del Parque Nacional Podocarpus, Lozano et al. (2009) reportaron 61 géneros y 187 especies, mientras que Cabrera et al. (2001) registraron 93 géneros y 221 especies. Tan solo el páramo de Cajanuma, en este parque nacional, contiene 50 familias, 81 géneros y 130 especies, de las cuales aproximadamente la mitad son leñosas y la otra mitad son hierbas (Keating, 1997).

En los páramos del norte de Loja y sur de Azuay (como en Fierro Urco y Cordoncillo) se han registrado 43 familias, 120 géneros y 216 especies de plantas vasculares (Izco et al., 2007). Allí, extensas plantaciones de *Pinus patula* se mezclan con comunidades vegetales de pajonal a 2800-3000 m, dando paso a un pajonal casi continuo sobre los 3000 m, al menos en la zona de Cordoncillo. Al igual que en las regiones comentadas anteriormente, Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae y Ericaceae son las familias más ricas en especies.

En un peculiar páramo pionero del volcán Sumaco se reportaron 43 especies de plantas vasculares (Løjtnant y Molau, 1983).

La riqueza de especies de las regiones de páramo ecuatorianas varía principalmente por el área, la diversidad del hábitat y el régimen de perturbación

(Sklenář y Ramsay, 2001; Sklenář y Balslev, 2005; Londoño et al., 2014; Testolin et al., 2021). Por ejemplo, el número de especies disminuye con la elevación (Sklenář y Ramsay, 2001; Jørgensen y León-Yáñez, 1999), lo que concuerda con el patrón general observado en el cinturón alpino en todo el mundo (Körner, 1995; Capítulo 12). Sin embargo, las perturbaciones antropogénicas provocadas por la quema y el pastoreo pueden cambiar este patrón en el páramo de pajonal.

Para este capítulo hemos recopilado información de varias fuentes: Luteyn (1999), León-Yáñez (2011), MAE (2014), Muriel et al. (2014), Romoleroux et al. (2016), Ulloa Ulloa et al. (2017), Minga et al. (2019) y Ansaloni et al. (2022), y también se revisaron repositorios digitales como Tropicos (Tropicos.org, 2022) y Bioweb (Romoleroux et al., 2018). Como resultado se obtuvo una lista preliminar con un total de 1735 especies de plantas vasculares para el páramo ecuatoriano, de las cuales 1522 son angiospermas, 208 pteridofitas y cinco gimnospermas; además, del total de especies registradas 1696 son nativas, 690 son endémicas para el Ecuador y 39 son introducidas al país (Anexo 4.1). Las 10 familias más diversas de plantas vasculares en los páramos ecuatorianos son Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae, Campanulaceae, Rosaceae, Ericaceae, Polypodiaceae, Cyperaceae y Lycopodiaceae (Tabla 4.1, Figura 4.4). En cuanto a la diversidad de géneros, los 10 taxones más ricos en especies son *Epidendrum*, *Elaphoglossum*, *Phlegmariurus*, *Calceolaria*, *Senecio*, *Gentianella*, *Valeriana*, *Miconia*, *Gynoxys* y *Lachemilla* (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Las 10 familias de plantas vasculares y los 10 géneros más diversos del páramo ecuatoriano.

Familia	No. spp.	Género (Familia)	No. spp.
Asteraceae	312	<i>Epidendrum</i> (Orchidaceae)	46
Orchidaceae	173	<i>Elaphoglossum</i> (Dryopteridaceae)	33
Poaceae	123	<i>Phlegmariurus</i> (Lycopodiaceae)	33
Melastomataceae	60	<i>Calceolaria</i> (Calceolariaceae)	30
Campanulaceae	56	<i>Senecio</i> (Asteraceae)	28
Rosaceae	56	<i>Gentianella</i> (Gentianaceae)	26
Ericaceae	50	<i>Valeriana</i> (Caprifoliaceae)	26
Polypodiaceae	48	<i>Miconia</i> (Melastomataceae)	26
Cyperaceae	46	<i>Gynoxys</i> (Asteraceae)	26
Lycopodiaceae	41	<i>Lachemilla</i> (Rosaceae)	24

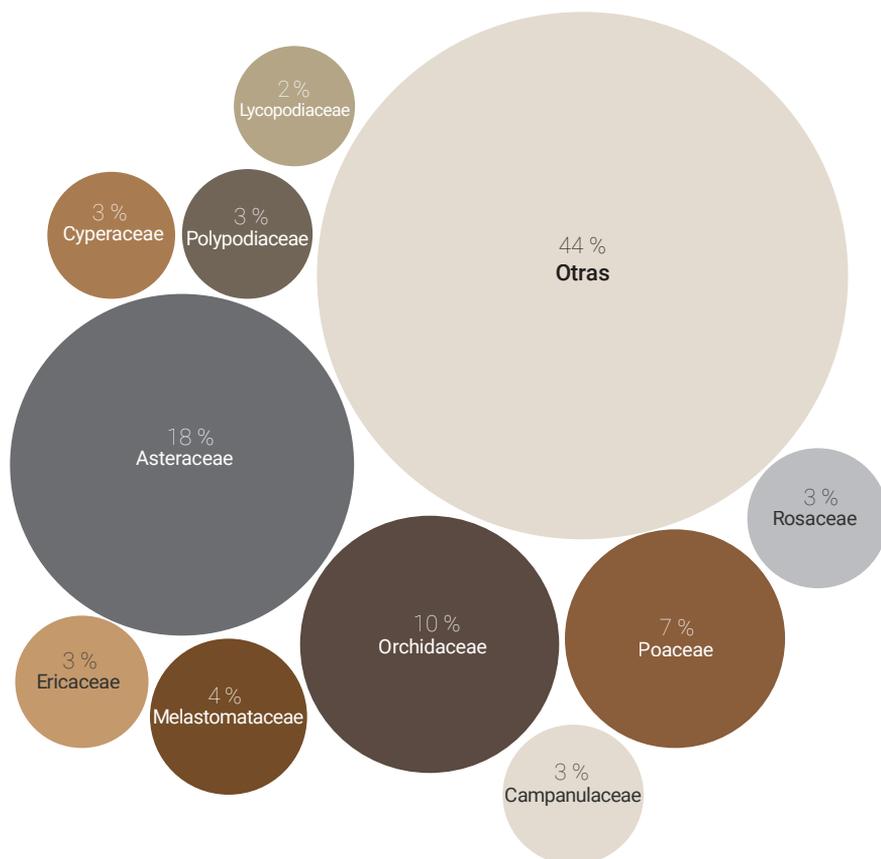


Figura 4.4 Porcentaje de especies por familia, recalcando las diez familias más diversas de los páramos ecuatorianos.

Endemismo¹

Los sistemas montañosos, de los que son parte los páramos, presentan una alta concentración de plantas endémicas para el ecosistema, que alcanzan un 80 % (Luteyn, 1999; Kessler, 2002; Muellner-Riehl et al., 2019). En general, la flora

¹ Nota de los editores: el endemismo es un concepto para identificar un taxón o un grupo biológico con una distribución limitada a un área geográfica específica. Así, las especies (o géneros o familias) “endémicas del páramo” son aquellas que únicamente ocurren en este ecosistema y no crecen en otras partes. También se puede expresar el endemismo relevante a un país (por ejemplo, “endémicas del Ecuador”) o un área particular (“endémica del Parque Nacional Sangay”) aunque estas unidades no representen realidades biogeográficas. En este libro, siempre se expresa el área geográfica a la cuál está restringida la distribución del taxón endémico.

muestra el mayor endemismo en los cinturones altitudinales más estrechos y fragmentados, presumiblemente debido al consiguiente fraccionamiento de las poblaciones de especies (Kessler, 2002). En los Andes, la mayor conectividad geográfica de las mesetas montañosas permite que las especies de alta montaña se distribuyan ampliamente, mientras que las especies que habitan las laderas empinadas y topográficamente complejas tienen áreas de distribución estrechas y fragmentadas y, por lo tanto, tienden al endemismo local (Sklenář y Jørgensen, 1999; Kessler, 2002).

El endemismo en los páramos ecuatorianos

Luteyn (1999) enumeró 1242 especies, de las cuales 470 especies (el 38 %) son endémicas para los páramos ecuatorianos (Londoño et al., 2014). Esta proporción de endemismo es comparable a la de los páramos de Venezuela, pero es inferior por un 10 % a los páramos de Colombia. Sin embargo, las listas proporcionadas por Luteyn (1999) contenían especies que no se limitan a hábitats estrictamente alpinos, como epífitas (Orchidaceae) y algunas parásitas (Loranthaceae).

A nivel nacional, de acuerdo con el *Libro Rojo de plantas endémicas del Ecuador* (León-Yáñez, 2011) se registraron 659 especies endémicas de plantas que crecen en el páramo, que son endémicas para el país. De estas, 273 crecen exclusivamente en páramos y el resto también se encuentran en otros ecosistemas. De los taxones exclusivos del páramo, Asteraceae y Orchidaceae son las familias más diversas con 44 y 45 especies respectivamente, seguidas por Gentianaceae y Poaceae con 25 y 18 especies. En cuanto a la diversidad de géneros *Gentiana* (Gentianaceae) se encuentra como el más diverso, con 20 especies, seguido por *Draba* (Brassicaceae), con 11 especies. El número de especies endémicas para el país, así como el número de especies nativas, ha incrementado en los últimos 11 años (Figura 4.5). Ulloa Ulloa et al. (2017) registraron aproximadamente 6064 especies de plantas vasculares endémicas para el Ecuador. Recientemente se publicó el Catálogo de la Flora Vasculare del Parque Nacional Cajas (Ansaloni et al., 2022) donde se registraron 666 especies, de las cuales hay 93 especies endémicas de angiospermas y ocho especies endémicas de helechos. En esta publicación se mencionan especies parameras endémicas para el Ecuador que no constaban en el *Libro Rojo* (León-Yáñez et al., 2011) como *Hypolepis crassa* y *Elaphoglossum cardiophyllum*.



Figura 4.5 Algunas plantas endémicas. a) *Brachyotum johannes-julii*, endémica de las zonas de Cajanuma y Nangaritza en el Parque Nacional Podocarpus. b) *Aphanactis antisaniensis*. c) *Draba longiciliata*. d) *Rockhausenia spathulata*. Fotografías: Carmen Ulloa Ulloa (a) y Petr Sklenář (b-d)

La mayoría de las especies de páramo endémicas para el país se encuentran entre los 3000 y 4000 m (Beltrán et al., 2009; León-Yáñez, 2011; Hofstede et al., 2014). Sin embargo, la proporción de endemismo es menor en las floras de páramo de montañas individuales. Sklenář y Balslev (2005) estimaron que la proporción de especies endémicas confinadas a una sola montaña variaba entre el 2-3 % en la flora del superpáramo ecuatoriano.

Entre las plantas endémicas recientemente registradas para los páramos podemos citar a:

1. *Oritrophium llanganatense*, conocida únicamente del remoto (super) páramo de Cerro Hermoso en el Parque Nacional Llanganates (Sklenář y Robinson, 2000; Calvo et al., 2016).
2. *Draba longiciliata*, descubierta recientemente solo de un pequeño (super) páramo aislado en la provincia de Chimborazo (Al-Shehbaz y Sklenář, 2010).
3. *Werneria acerosa* (*Xenophyllum acerosum*), redescubierta en los páramos del sur del Ecuador (Sklenář y Romoleroux, 2021; Hind, 2022).
4. Del lado occidental del Antisana, *Aphanactis antisanensis* y *Rockhausenia spathulata* (antes *Werneria spathulata*) (Robinson, 1997; Sklenář y Romoleroux, 2021; Hind, 2022).

De acuerdo con León-Yáñez et al. (2011), las plantas endémicas para el país que crecen en los páramos, comprenden aproximadamente el 15 % de toda la flora endémica del país. Este dato es especialmente interesante considerando que el páramo comprende solo una extensión del 5 al 7 % del territorio nacional (Hofstede et al., 2014). Sobre el grado de amenaza, se registra que el 75 % de las especies endémicas para el Ecuador están amenazadas y solo el 48 % se encuentran dentro de áreas protegidas (León-Yáñez, 2011).

Estos hallazgos enfatizan la necesidad de la exploración de campo de la biodiversidad del páramo e instan a la conservación de estos hábitats en todo el país.

Plantas invasoras que amenazan la vegetación nativa del páramo

Existen numerosas especies de plantas introducidas en los páramos del Ecuador y queremos recalcar dos ejemplos de estas especies:

Senecio niveo-aureus (Figura 4.6): especie herbácea nativa de los páramos de Colombia que en las últimas décadas se ha vuelto popular como planta ornamental en los páramos ecuatorianos. Tiene atractivas hojas plateadas y gajos de flores amarillas y se encuentra plantada alrededor de haciendas y casas en la Sierra norte y centro. También es cultivada dentro de áreas protegidas, por ejemplo, alrededor de las instalaciones de entrada de El Ángel y en el centro de interpretación de la Hacienda Antisana. Aunque no se ha reportado que la especie haya escapado y naturalizado en otros páramos, al ser una Asteraceae posee frutos que se dispersan fácilmente con el viento y no sería raro que la especie naturalice; por ejemplo, ya se la ha registrado bastante cerca de una hacienda cercana en las estribaciones de Cerro Corazón (Sklenář et al., 2021).



Figura 4.6 *Senecio niveo-aureus*, especie traída de Colombia con potencial de volverse invasora. a) Detalle. b) Sembrada en potreros cerca del páramo en la antigua vía a Papallacta. Fotografías: Robert Hofstede (a) y Patricio Mena-Vásconez (b)



Figura 4.7 *Polylepis racemosa*, una especie traída del Perú por su rápido crecimiento y frondosidad, formando cortinas en el páramo de Pambamarca, Cayambe, Pichincha. Fotografía: Robert Hofstede

Polylepis racemosa (Figura 4.7): esta especie leñosa se introdujo en el Ecuador procedente del Perú en 1988 debido a su rápido crecimiento y frondosidad, y para la protección de recursos hídricos (Segovia, 2011). Actualmente, *P. racemosa* se distribuye por toda la región interandina ecuatoriana llegando hasta el páramo. Su rápido crecimiento le permite formar densos bosquetes (por ejemplo, cerca de la Laguna de Mojanda) que rápidamente cubren la vegetación nativa. La reforestación cerca de especies nativas mediante la introducción de especies foráneas en un mismo lugar puede desencadenar procesos de hibridación como ya se ha observado entre *P. racemosa* y *P. incana*; esto se ha convertido en un problema dentro y fuera del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (Caiza et al., 2021).

Conclusiones

En el Ecuador el páramo ocupa aproximadamente el 6 % del territorio nacional (1,52 millones de ha) y es uno de los países de la región andina con mayor número de especies nativas y endémicas de todos los páramos en relación con su área.

Si bien en los últimos 20 años se han realizado importantes avances en los estudios florísticos, especialmente aquellos focalizados en algunas regiones de los páramos ecuatorianos, es necesario integrarlos y continuar documentando la flora existente para obtener catálogos completos, actualizados y disponibles para todos los actores interesados en este ecosistema. Esta información actualizada constituirá una herramienta útil para monitorear y dar a conocer vacíos de información no solo taxonómicos, sino geográficos.

La composición de especies y la estructura de la vegetación de las comunidades del páramo zonal del Ecuador están determinadas por cuatro factores principales: la altitud, la humedad, el desarrollo del suelo (es decir, el tiempo transcurrido desde la perturbación volcánica) y las perturbaciones de origen antropogénico. Existe, además, un gradiente biogeográfico entre la vegetación de páramo del centro-norte y el sur del Ecuador que, sin embargo, es difícil de diferenciar del efecto de la altitud y de la historia volcánica y glacial.

En este estudio hemos registrado 690 especies en los páramos que solo ocurren en el país, lo cual representa aproximadamente el 12 % de la flora endémica del Ecuador. De acuerdo con León-Yáñez (2011), el 75 % de especies endémicas de los páramos están amenazadas y solo el 48 % se encuentran dentro de áreas protegidas. Esto último es de vital importancia, si se considera que Cuesta et al. (2015), en un estudio para determinar las áreas protegidas de Ecuador (PANE) con mayor probabilidad de ser afectadas por el cambio del clima, reportaron que, paralas plantas con flor y los helechos, varias de las áreas

protegidas que incluyen ecosistemas montañosos verán sus índices de riqueza de especies reducidos en los dos escenarios de cambio climático modelados.

Lamentablemente, los análisis más recientes sobre los efectos de las presiones antropogénicas en las áreas de montaña a nivel global presentan un panorama crítico: la sequía, las inundaciones, los cambios en la estacionalidad, la reducción de disponibilidad de agua, el incremento de plagas y la disminución de la diversidad de polinizadores tendrán consecuencias graves sobre los ecosistemas montañosos (Adler et al., 2022). En este sentido, la información de base para el presente capítulo constituye un insumo esencial para futuros análisis de conservación de la biodiversidad florística de los páramos del Ecuador.

Anexo 4.1 Lista de familias de páramo con el número de géneros (No. gen), total de especies (No. esp) y cantidad de especies nativas (No. nat), endémicas para el Ecuador (No. end) e introducidas en el Ecuador (No. int).

Familia	No. gen	No. esp	No. nat	No. end	No. int	Familia	No. gen	No. esp	No. nat	No. end	No. int
Acanthaceae	1	1	0	1	0	Hypericaceae	1	15	8	7	0
Alstroemeriaceae	1	16	8	8	0	Iridaceae	1	8	8	0	0
Amaranthaceae	1	2	1	1	0	Isoetaceae	1	6	5	1	0
Amaryllidaceae	2	2	1	1	0	Juncaceae	4	14	13	1	0
Apiaceae	12	25	22	3	0	Juncaginaceae	2	2	2	0	0
Apocynaceae	2	8	0	8	0	Lamiaceae	6	15	10	5	0
Aquifoliaceae	1	6	6	0	0	Lentibulariaceae	1	2	1	1	0
Aspleniaceae	2	12	12	0	0	Loasaceae	2	9	2	7	0
Asteraceae	72	312	147	159	6	Loganiaceae	1	2	2	0	0
Balanophoraceae	1	1	1	0	0	Loranthaceae	1	1	1	0	0
Begoniaceae	1	5	1	4	0	Lycopodiaceae	3	41	33	8	0
Berberidaceae	1	11	7	4	0	Malvaceae	2	5	1	4	0
Blechnaceae	1	9	8	1	0	Melastomataceae	5	60	27	33	0
Boraginaceae	5	8	7	0	1	Montiaceae	2	2	2	0	0
Brassicaceae	10	33	11	18	4	Myrtaceae	1	2	2	0	0
Bromeliaceae	4	29	8	21	0	Nyctaginaceae	1	2	1	1	0
Buddlejaceae	1	4	2	2	0	Onagraceae	4	9	6	3	0
Calceolariaceae	1	30	10	20	0	Ophioglossaceae	1	1	1	0	0
Callitrichaceae	1	2	2	0	0	Orchidaceae	31	173	68	105	0

Familia	No. gen	No. esp	No. nat	No. end	No. int
Campanulaceae	5	56	12	44	0
Capparaceae	1	1	1	0	0
Caprifoliaceae	1	26	14	12	0
Caryophyllaceae	9	29	21	5	3
Celastraceae	2	2	0	2	0
Chloranthaceae	1	2	1	1	0
Clethraceae	1	3	1	2	0
Columelliaceae	1	1	1	0	0
Convolvulaceae	1	1	1	0	0
Coriariaceae	1	1	1	0	0
Crassulaceae	1	3	3	0	0
Cunoniaceae	1	3	3	0	0
Cyatheaceae	1	1	1	0	0
Cyperaceae	12	46	38	6	2
Dennstaedtiaceae	2	4	3	1	0
Dicksoniaceae	3	3	3	0	0
Dioscoreaceae	1	2	0	2	0
Dryopteridaceae	3	38	26	12	0
Elaeocarpaceae	1	1	1	0	0
Elantinaeae	1	1	1	0	0
Ephedraceae	1	2	2	0	0
Equisetaceae	1	1	1	0	0
Ericaceae	14	50	26	24	0
Eriocaulaceae	3	5	3	2	0
Escalloniaceae	1	1	1	0	0
Euphorbiaceae	3	3	2	1	0
Fabaceae	8	26	16	9	1
Gentianaceae	5	37	9	27	1
Geraniaceae	1	20	12	8	0
Gesneriaceae	1	1	1	0	0
Gleicheniaceae	1	1	1	0	0
Grossulariaceae	1	9	5	4	0
Gunneraceae	1	1	1	0	0
Haloragaceae	1	1	1	0	0
Hydrocharitaceae	1	1	1	0	0
Hymenophyllaceae	1	9	9	0	0

Familia	No. gen	No. esp	No. nat	No. end	No. int
Orobanchaceae	4	20	17	3	0
Oxalidaceae	1	6	5	1	0
Passifloraceae	1	3	2	1	0
Phrymaceae	1	1	1	0	0
Phyllanthaceae	1	1	1	0	0
Piperaceae	1	13	7	6	0
Plagiogyriaceae	1	1	1	0	0
Plantaginaceae	6	14	10	0	4
Poaceae	31	123	76	35	12
Podocarpaceae	2	3	3	0	0
Polygalaceae	3	21	14	7	0
Polygonaceae	3	10	5	2	3
Polypodiaceae	14	48	44	4	0
Potamogetonaceae	1	3	3	0	0
Primulaceae	5	8	7	0	1
Proteaceae	2	2	2	0	0
Pteridaceae	4	19	19	0	0
Ranunculaceae	6	15	14	1	0
Rosaceae	8	56	40	15	1
Rubiaceae	4	18	14	4	0
Santalaceae	1	2	2	0	0
Saxifragaceae	1	2	1	1	0
Scrophulariaceae	1	1	1	0	0
Selaginellaceae	1	2	2	0	0
Solanaceae	7	31	21	10	0
Styracaceae	1	1	1	0	0
Symplocaceae	1	7	2	5	0
Theaceae	1	1	0	1	0
Thelypteridaceae	1	8	7	1	0
Tofieldiaceae	2	3	3	0	0
Tropaeolaceae	1	4	3	1	0
Violaceae	1	6	4	2	0
Viscaceae	1	1	0	1	0
Woodsiaceae	3	3	3	0	0
Xyridaceae	1	1	1	0	0
Total	406	1735	1006	690	39