

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Gimnospermas del Ecuador: Actualización taxonómica,  
distribución altitudinal y geográfica**

**Emilia Fernanda Vásconez Vallejo**

**Biología**

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Biología

Quito, 19 de diciembre de 2022

# **UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

## **HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Gimnospermas del Ecuador: Actualización taxonómica, distribución  
altitudinal y geográfica**

**Emilia Fernanda Vásconez Vallejo**

**Nombre del profesor, Título académico**

**Nelson Miranda, MSc.**

Quito, 19 de diciembre de 2022

## **DERECHOS DE AUTOR**

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Emilia Fernanda Vásconez Vallejo

Código: 00208471

Cédula de identidad: 1720026655

Lugar y fecha: Quito, diciembre de 2022

## **ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN**

**Nota:** El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

## **UNPUBLISHED DOCUMENT**

**Note:** The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

## RESUMEN

Las gimnospermas son un grupo de plantas vasculares que se caracterizan por tener semillas que no se forman dentro de un ovario cerrado que se convertirá en un fruto, además su importancia ecológica radica en que proporcionan varios servicios ambientales. A pesar de su importancia, en el Ecuador escasas investigaciones sobre este grupo han sido realizadas; la más representativa fue publicada en el año 1999. En este sentido, es importante conocer la distribución actual de las gimnospermas en el país y que esta información este recopilada y sea disponible para el público. El presente estudio tiene como objetivo establecer la distribución altitudinal y geográfica de las especies de gimnospermas registradas para el país, así como su actualización taxonómica hasta el año 2022. Adicionalmente, también se busca generar una base de datos digital actualizada bajo el estándar Darwin Core. Para ello se revisó físicamente las colecciones de cuatro herbarios de la ciudad de Quito; mediante estos se determinó que actualmente en el Ecuador existen 33 especies de gimnospermas, de las cuales 16 son introducidas y 17 son nativas. En cuanto a distribución altitudinal y geográfica se evidencia que la mayoría de las especies están distribuidas en la región sierra del Ecuador y el rango altitudinal con mayor número de registros va de 2500 a 3000 m.s.n.m. La presente investigación demuestra la importancia de realizar revisiones físicas periódicas de muestras de herbario y que dichos datos se encuentren bajo el mismo formato para facilitar su divulgación. Adicionalmente, para futuras investigaciones se recomienda ampliar el número de herbarios revisados, así como aumentar el esfuerzo de muestreo fuera de Quito con el fin de incrementar la representatividad al obtener registros de un mayor número de colecciones alrededor del país.

*Palabras clave:* Darwin Core, distribución, Ecuador, gimnosperma, herbario.

## ABSTRACT

Gymnosperms are a group of vascular plants that are characterized by having seeds that are not formed within a closed ovary that will develop into a fruit, in addition its ecological importance lies in the fact that they provide various environmental services. Despite its importance, in Ecuador few investigations on this group have been carried out; the most representative was published in 1999. In this sense, it is important to know the current distribution of gymnosperms in the country and that this information is compiled and available to the public. The objective of this study is to establish the altitudinal and geographical distribution of the gymnosperm species registered for the country, as well as their taxonomic update until the year 2022. In addition, it also seeks to generate an updated digital database under the Darwin Core standard. For this, the collections of four herbariums in the city of Quito were physically reviewed; Through these, it was determine that currently in Ecuador there are 33 species of gymnosperms, of which 16 are introduced and 17 are native. Regarding altitudinal and geographic distribution, it is evident that most of the species are distributed in the highlands of Ecuador and the altitudinal range with the highest number of records goes from 2,500 to 3,000 meters above sea level. This research demonstrates the importance of performing periodic physical reviews of herbarium samples and that said data is in the same format to facilitate its divulgation. Additionally, for future research it is recommended to expand the number of herbaria reviewed, as well as to increase the sampling effort outside of Quito in order to increase representativeness by obtaining records from a greater number of collections around the country.

*Key words:* Darwin Core, distribution, Ecuador, gymnosperm, herbarium.

**TABLA DE CONTENIDO**

INTRODUCCIÓN .....	10
METODOLOGÍA .....	13
Área de Estudio.....	13
Elaboración Base de Datos .....	13
Análisis de Datos .....	14
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN .....	24
CONCLUSIONES .....	27
REFERENCIAS.....	29
Anexo A: Términos Utilizados en la Base de Datos Darwin CORE .....	31
Anexo B: Fotografías Especímen de herbario .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Comparación entre la distribución altitudinal y geográfica de gimnospermas del Ecuador.....	16
---	----



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribución altitudinal de gimnospermas en Ecuador 2022.....	19
<b>Figura 2.</b> Distribución altitudinal de gimnospermas clasificado por familia en Ecuador 2022 .....	20
<b>Figura 3.</b> Mapa de distribución geográfica total de gimnospermas en Ecuador después de la actualización realizada para el 2022 al revisar muestras de herbarios en Quito, Ecuador. .....	21
<b>Figura 4.</b> Mapas de distribución geográfica por familia de gimnospermas en Ecuador después de la actualización realizada para el 2022 al revisar muestras de herbarios en Quito, Ecuador. ....	22

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador es conocido por ser uno de los países megadiverso del mundo, la alta biodiversidad de este territorio se debe a diversos factores biogeográficos y geológicos. Por un lado, su ubicación en la zona tropical permite que los rayos del sol lleguen de forma perpendicular manteniendo un promedio de 12 horas de luz al día a lo largo de todo el año; lo cual vuelve a los trópicos una zona de alta productividad (Burneo, 2009). Por otro lado, la Cordillera de Los Andes que atraviesa longitudinalmente todo el país crea una serie de pisos altitudinales y barreras geográficas naturales como valles y hoyas; lo cual da como resultado una gran variedad de microclimas que albergan una alta diversidad de especies vegetales (Burneo, 2009).

En el Ecuador existen alrededor de 17 800 especies de plantas vasculares y de estas se estima que únicamente el 0,1 % pertenece al grupo de gimnospermas (Neill, 2012). Las gimnospermas son un grupo de plantas vasculares que se caracterizan por tener semillas desnudas, es decir, semillas que no se forman dentro de un ovario cerrado que se convertirá en un fruto (Bernal-Ramírez et al., 2019). Su importancia ecológica radica en que proporcionan servicios ambientales tales como la captación de humedad atmosférica, captación de dióxido de carbono y la retención del suelo debido a sus fuertes raíces (del castillo et al., 2004). Por otro lado, en cuanto a usos, varias especies son de importancia económica dado que presentan un tronco leñoso que es valioso en la industria maderera, como es el caso del género *Pinus*. Adicionalmente, también se han reportado ciertos usos medicinales de gimnospermas; por ejemplo, el género *Ephedra* se caracteriza por producir un metabolito secundario llamado efedrina que es utilizado en la industria farmacéutica como un descongestionante de las vías nasales (Nabors, 2006).

En nuestro país escasas investigaciones sobre este grupo han sido realizadas. La más representativa fue aquella realizada por Peter Jørgensen y Susana León (1999) en la cual se reporta una riqueza de 20 especies de gimnospermas, de las cuales 13 son nativas; además en esta publicación se detalla información sobre el rango altitudinal y distribución geográfica de cada especie. Posteriormente, esta información fue actualizada por David Neill (2012) quien reportó que el número de gimnospermas nativas ascendió ya que se reporta un nuevo registro de especie para el Ecuador; no obstante, en dicha publicación únicamente se menciona la riqueza de gimnospermas en nuestro país, pero no se detalla información sobre su distribución dentro del territorio. En este sentido, debido a la escasa información existente sobre este grupo, en la presente investigación la pregunta que se plantea es ¿cuál es la distribución geográfica y altitudinal actual de las gimnospermas en el Ecuador?

El conocer la distribución de especies nativas dentro del territorio ecuatoriano tiene distintas implicaciones, sobre todo en el ámbito de conservación. Se conoce que, de las 18 especies nativas reportadas, al menos dos de ellas se encuentran a nivel global bajo la categoría de amenaza de vulnerable (*Prumnopitys montana* y *Retrophyllum rospigliosii*); mientras que una de ellas ya se encuentra en peligro (*Podocarpus glomeratus*); además, la única especie endémica reportada para el Ecuador (*Zamia gentryi*) se encuentra igualmente en peligro (IUCN, 2022). De esta manera, el reconocer la distribución geográfica de estas especies es el primer paso para desarrollar planes de manejo que beneficien su conservación.

Adicionalmente, es relevante que dicha información sobre la distribución de gimnospermas en nuestro país este actualizada y sea posible ponerla a disponibilidad del público en un formato de uso común para divulgación científica. En este sentido, existen varios marcos de trabajo; un de ellos es el estándar Darwin Core, el cual es un conjunto de normas que también incluye un glosario de términos para registrar datos biológicos primarios y así facilitar la divulgación de los mismos al integrarlos bajo un vocabulario estándar (Wieczorek et al., 2012). Para el

Ecuador no existe aún una base de datos estandarizada en Darwin Core sobre gimnospermas, razón por la cual es conveniente generar esta base de datos digital para aumentar las posibilidades de difusión y uso de esta información en planes de conservación de gimnospermas nativas y para investigaciones futuras.

Siguiendo este orden de ideas, el presente estudio tiene como objetivo actualizar los datos disponibles referentes a las especies de gimnospermas nativas e introducidas del Ecuador. Específicamente, este estudio busca establecer la distribución altitudinal y geográfica de las especies de gimnospermas registradas para el país en los principales herbarios de la ciudad de Quito, así como su actualización taxonómica hasta el año 2022. Adicionalmente, también se busca generar una base de datos digital actualizada bajo el estándar Darwin Core para las muestras de las colecciones de gimnospermas. De esta manera, la presente investigación se fundamenta en realizar una revisión física de las etiquetas de las muestras de gimnospermas existentes en cuatro herbarios del Distrito Metropolitano de Quito.

## METODOLOGÍA

### Área de Estudio

El presente estudio se llevo a cabo en herbarios ubicados en el Distrito Metropolitano de Quito. Se revisaron físicamente las colecciones de 4 herbarios, los cuales se detallan a continuación: Herbario de la Universidad San Francisco de Quito (QUSF), que contiene 31 especímenes de gimnospermas; Herbario Nacional (QCNE) con 271 especímenes registros; Herbario de la Pontificia Universidad Católica (QCA) con 125 registros; y Herbario de la Universidad tecnológica Indoamérica (HUTI) con un espécimen de gimnosperma registrado. Cabe recalcar que tanto el QUSF, QCNE y QCA tienen en sus colecciones especímenes recolectados a nivel nacional en tres diferentes regiones del Ecuador (Amazonía, Sierra y Costa). Estos herbarios fueron elegidos debido a que eran los más representativos de la ciudad de Quito ya que presentan el mayor número de muestras en sus colecciones y las mismas son curadas contantemente. Por otro lado, el estudio se limitó a herbarios ubicados únicamente en la capital del Ecuador debido a limitaciones logísticas y económicas dado que no se contó con financiación externa.

### Elaboración Base de Datos

Se examinaron en total 468 especímenes pertenecientes a los cuatro herbarios mencionados anteriormente. En base a la información presente en las etiquetas se elaboró una lista actualizada de las muestras existentes de gimnospermas y se construyó una base digital en un archivo plano de Excel en el cual se incluyó datos referentes a número de identificación de la muestra, clasificación taxonómica, nombre del colector, fecha de colección, localidad, elevación y coordenadas del sitio de colección. Los campos utilizados para la creación de la base de datos se muestran en el Anexo A. Posteriormente, en función a esta información se generó una base de datos con el estándar Darwin Core (GBIF, 2021), el cual facilitará la

divulgación de los mismos al integrarlos bajo un vocabulario estándar; de esta manera, la información recopilada de las 468 etiquetas de las distintas colecciones está disponible bajo un mismo formato.

### **Análisis de Datos**

Con el fin de determinar la distribución geográfica específica de cada individuo se utilizaron los datos de recolección presentes en la etiqueta de los especímenes. Específicamente se trabajó con las coordenadas geográficas GMS escritas en la etiqueta de las muestras, estas posteriormente fueron transformadas a coordenadas decimales y con ellas se elaboraron mapas de distribución. Del total de 468 registros, únicamente 26 de ellos no constaban con coordenadas de recolección, por lo cual estos no fueron tomados en cuenta para el análisis. Utilizando el software denominado ArcGis Pro (ArcGis Pro 3.1, ESRI) y las capas de vegetación remanente, áreas protegidas y bosques protectores disponibles en la página web del SNAP; se construyó un total de nueve mapas, uno correspondiente a la distribución del total de 442 registros y el resto de mapas correspondientes a la distribución por cada una de las familias de gimnospermas registradas para nuestro país (Araucariaceae, Cupressaceae, Ephedraceae, Ginkgoaceae, Gnetaceae, Pinaceae, Podocarpaceae, Zamiaceae).

Por otro lado, para determinar la distribución altitudinal y la distribución geográfica por provincia se elaboró una tabla; para construirla se utilizó los datos de recolección presentes en la etiqueta de los especímenes y con ella se determinó la distribución altitudinal de cada especie en función a la altura a la que se recolectó. De la misma forma, también se utilizó la información acerca de la provincia en la cual fue colectada cada espécimen. Igualmente, con el fin de mostrar la distribución altitudinal de las gimnospermas de una forma más visual se realizó un histograma utilizando el software R studio (Rstudio versión 1.4.1717, PBC), en donde se muestra la frecuencia de registros de gimnospermas presentes en los distintos niveles

altitudinales. Adicionalmente, también se mostró la frecuencia de registros clasificados bajo el orden taxonómico de familia, según su rango altitudinal, para lo cual se utilizó la hoja de cálculo Excel (Microsoft Corporation, 2016). La determinación de dichos rangos de elevación se basó en la clasificación ecológica por rango altitudinal de Leslie Holdrige en 1967 (Holdridge, 1967). En esta se presentan ocho pisos altitudinales, los cuales son: basal (0 – 500 msnm); premontano (500 – 2500 msnm); montano bajo (2500 – 3000 msnm); montano inferior (3000 – 3600 msnm); montano superior (3600 – 4000 msnm); páramo (4000 – 4500 msnm); andino (4500 – 4750 msnm); nival (>4750 msnm) (Aybar & Lavado, 2017).

Finalmente, para realizar la actualización de denominaciones taxonómicas se revisó el nombre científico y la familia registrada en la etiqueta de las colecciones y se comparó con la base de datos *Trópicos* del Missouri Botanical Garden (MOBOT, 2022), con el fin de determinar la clasificación taxonómica actual de cada espécimen.

## RESULTADOS

Para determinar la distribución altitudinal se trabajó con un total de 458 registros, dado que 10 de las muestras revisadas no presentaban información sobre la elevación a la cual fue colectada la muestra. Por otro lado, para determinar la distribución por provincias sí se contó con información para los 468 registros totales. Adicionalmente, esta información fue comparada con los datos de elevación y distribución presentes en el *Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador* (Jørgensen & León-Yáñez, 1999).

**Tabla 1.** Comparación entre la distribución altitudinal y geográfica de gimnospermas del Ecuador. Comparación entre datos reportados en el *Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador* (1999) y la actualización realizada para el 2022 después de revisar cuatro herbarios en Quito, Ecuador.

Familia	Especie	DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL (m.s.n.m)		DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA (provincia)	
		Jørgensen & León- Yáñez (1999)	Herbarios QCA,QUSF, QCNE, HUTI (2022)	Jørgensen & León- Yáñez (1999)	Herbarios QCA,QUSF, QCNE, HUTI (2022)
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i>	2500 - 3000	1898 - 2812	PIC.	PIC, STO.DGO
	<i>Araucaria araucana</i>		2260		PIC.
	<i>Araucaria bidwillii</i>		2800		PIC.
	<i>Araucaria heterophylla</i>	0 - 500	1850 - 2830	RIO.	PIC.
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	2500 - 3500	2800 - 3500	CAÑ, COT, LOJ, PIC.	COT, PIC.
	<i>Cupressus macrocarpa</i>	2000 - 3000	2400 - 3400	PIC.	CAR, CHI, PIC.
	<i>Juniperus sp.</i>		2350		AZU.
	<i>Sequoia sempervirens</i>	2500 - 3000	2800 - 2816	PIC.	PIC.
	<i>Taxodium distichum</i>		2800		PIC.



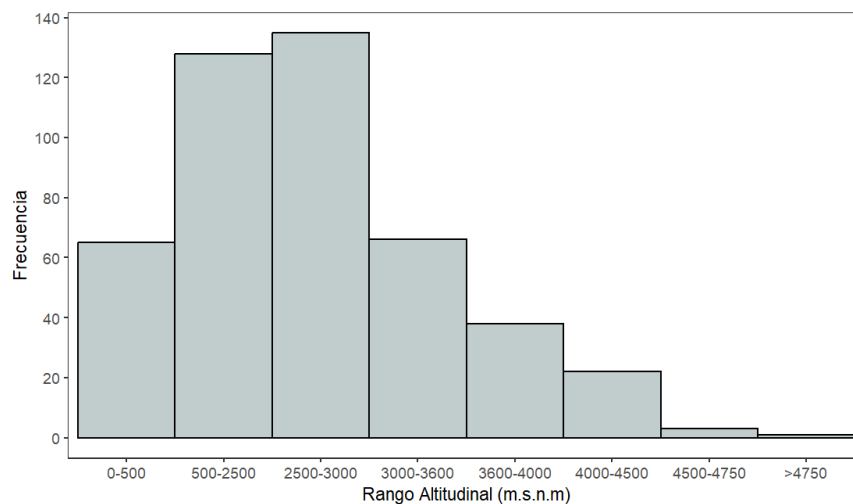
	<i>Thuja occidentalis</i>		2800- 2900		PIC.
	<i>Thuja orientalis</i>		2812		PIC.
Ephedraceae	<i>Ephedra americana</i>	1500 - 4500	1447 - 4400	AZU, CHI, COT, NAP, PIC.	AZU, CHI, COT, IMB, LOJ, NAP, PIC.
	<i>Ephedra rupestris</i>	2500 - 4500	2800 - 4800	AZU, BOL, CHI, COT, IMB, NAP, PIC.	AZU, BOL, COT, IMB, NAP, PIC, TUN.
Ginkgoaceae	<i>Ginkgo biloba</i>		2800		PIC.
Gnetaceae	<i>Gnetum leyboldii</i>		181 - 300		ORE, SUC.
	<i>Gnetum nodiflorum</i>	0 - 500	222 - 1500	SUC, TUN.	MOR, NAP, ORE, SUC, ZAM.
Pinaceae	<i>Pinus caribaea</i>		5		ESM.
	<i>Pinus nigra</i>		2800		PIC.
	<i>Pinus patula</i>		2800 - 3250		COT, PIC.
	<i>Pinus radiata</i>	2000 - 4000	2400 - 3800		CHI, COT, NAP, PIC.
Podocarpaceae	<i>Podocarpus ballivianensis</i>		1640		ZAM.
	<i>Podocarpus celatus</i>		450 - 1800		MOR, ZAM.
	<i>Podocarpus glomeratus</i>	2500 - 4000	1000 - 3600	AZU, CHI.	AZU, CAÑ, ZAM.
	<i>Podocarpus guatemalensis</i>		950		ZAM.
	<i>Podocarpus oleifolius</i>	2000 - 3500	380 - 4300	AZU, BOL, IMB, LOJ, MOR, PIC, SUC, ZAM.	AZU, BOL, CAÑ, COT, IMB, LOJ, MOR, PIC, SUC, ZAM.
	<i>Podocarpus sprucei</i>	2000 - 4000	1400 - 3600	AZU, BOL, CAÑ, CHI, LOJ.	AZU, CAÑ, CHI, COT, ZAM.
	<i>Podocarpus tepuiensis</i>		1450 - 2900		MOR, TUN, ZAM.
	<i>Prumnopitys harmsiana</i>		2100 - 3500		LOJ, ZAM.
	<i>Prumnopitys montana</i>	1500 - 4000	2020 - 3420	AZU, CAÑ, LOJ, ZAM.	AZU, LOJ, MOR, ZAM.

	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	500 - 1000	600 - 2300	NAP.	MOR, ORE, SUC, ZAM.
Zamiaceae	<i>Zamia poeppigiana</i>	0 - 2000	40-600	AZU, ORO, ESM, GUA, RIO, MAN, PIC.	ESM, GUA, RIO, MAN.
	<i>Zamia roezlii</i>	0 - 500	200 - 1800	ESM.	CAR, ESM, NAP.
	<i>Zamia ulei</i>	0 - 500	330	ESM.	PAS.

Se muestra la lista de 33 especies reportadas en las colecciones de los cuatro herbarios; Herbario de la Universidad San Francisco de Quito (QUSF), Herbario Nacional (QCNE), Herbario de la Pontificia Universidad Católica (QCA) y Herbario de la Universidad Tecnológica Indoamérica (HUTI). Así como la elevación y provincia en la cual fue colectada cada especie. La misma información se muestra de acuerdo con los datos presentes en el *Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador*. Los espacios vacíos en la tabla representan aquellos registros nuevos de especies que no habían sido reportadas en el escrito de 1999.

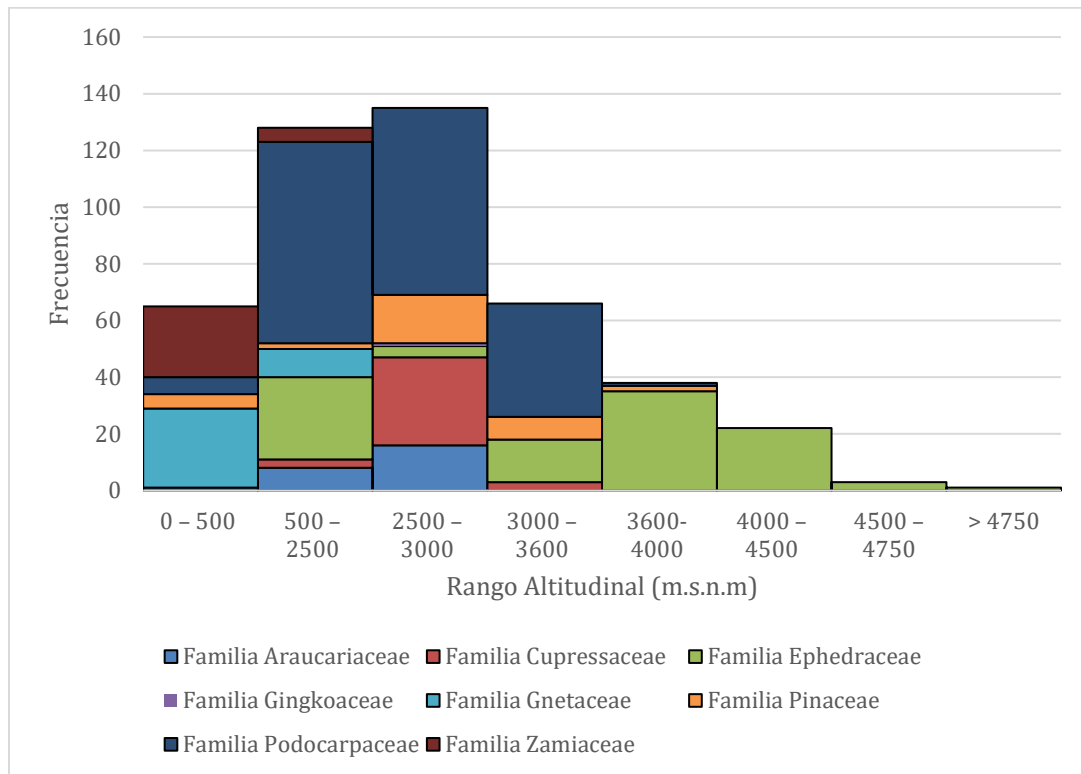
De acuerdo con la revisión de las colecciones de los cuatro herbarios, como se observa en la Tabla 1, se encontró un total de 33 especies pertenecientes a ocho familias; de estas hay 16 especies introducidas en el país (*Araucaria angustifolia*, *Araucaria araucana*, *Araucaria bidwillii*, *Araucaria heterophylla*, *Cupressus lusitánica*, *Cupressus macrocarpa*, *Juniperus* sp., *Sequoia sempervirens*, *Taxodium distichum*, *Thuja occidentalis*, *Thuja orientalis*, *Ginkgo biloba*, *Pinus caribaea*, *Pinus nigra*, *Pinus patula*, *Pinus radiata*) que son aquellas pertenecientes a la familia Araucariaceae, Cupressaceae, Ginkgoaceae y Pinaceae. Por otro parte, las 17 especies restantes son nativas para el Ecuador (*Ephedra americana*, *Ephedra rupestris*, *Gnetum leyboldii*, *Gnetum nodiflorum*, *Podocarpus ballivianensis*, *Podocarpus celatus*, *Podocarpus glomeratus*, *Podocarpus guatemalensis*, *Podocarpus oleifolius*, *Podocarpus sprucei*, *Podocarpus tepuiensis*, *Prumnopitys harmsiana*, *Prumnopitys montana*, *Retrophyllum rospigliosii*, *Zamia poeppigiana*, *Zamia roezlii*, *Zamia ulei*) y pertenecen a las familias Ephedraceae, Gnetaceae, Podocarpaceae y Zamiaceae.

La representación visual de la distribución altitudinal de los 458 registros se puede apreciar en la Figura 1. Se observa que el rango altitudinal que presenta mayor frecuencia de registros es el montano bajo (2500 – 3000 msnm) con presencia de 135 especímenes; seguido por el rango denominado premontano (500 – 2500 msnm) con 128 especímenes. Por el contrario, los rangos altitudinales con menor presencia de registros son el rango andino (4500 – 4750 msnm) con tres especímenes y el rango denominado nival (> 4750 msnm) con presencia únicamente de un registro.



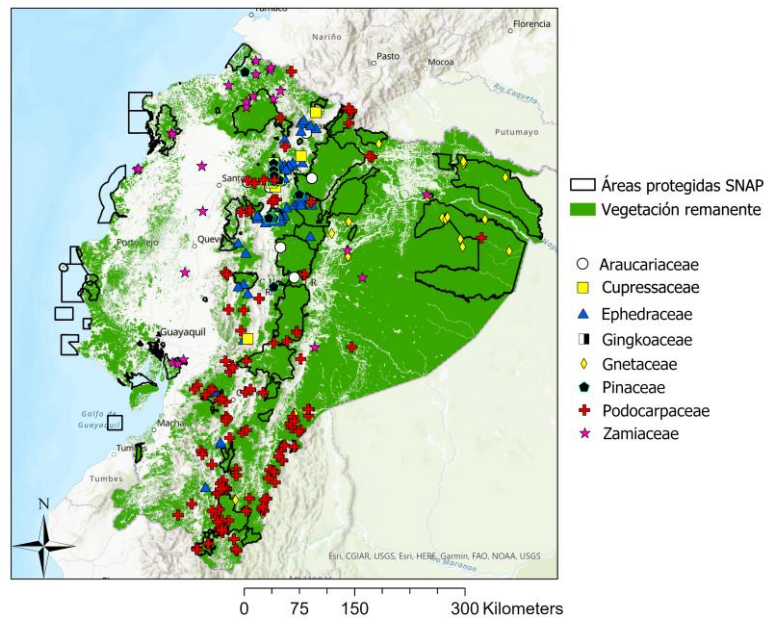
**Figura 1.** Distribución altitudinal de gimnospermas en Ecuador 2022. Se muestra un histograma que presenta la frecuencia del total de 458 registros según el rango altitudinal en el cual se colectó cada espécimen de herbario.

Adicionalmente, en la Figura 2 se aprecia un gráfico de barras que representa la distribución altitudinal de los 458 registros clasificados según el nivel taxonómico de familia. Se observa que en el rango altitudinal montano bajo (2500 – 3000 msnm) y en el rango premontano (500 – 2500 msnm) la familia predominante es Podocarpaceae. Mientras que, en los rangos latitudinales superiores que abarcan desde los 3600 hasta más de 4750 m.s.n.m la familia predominante es Ephedraceae.



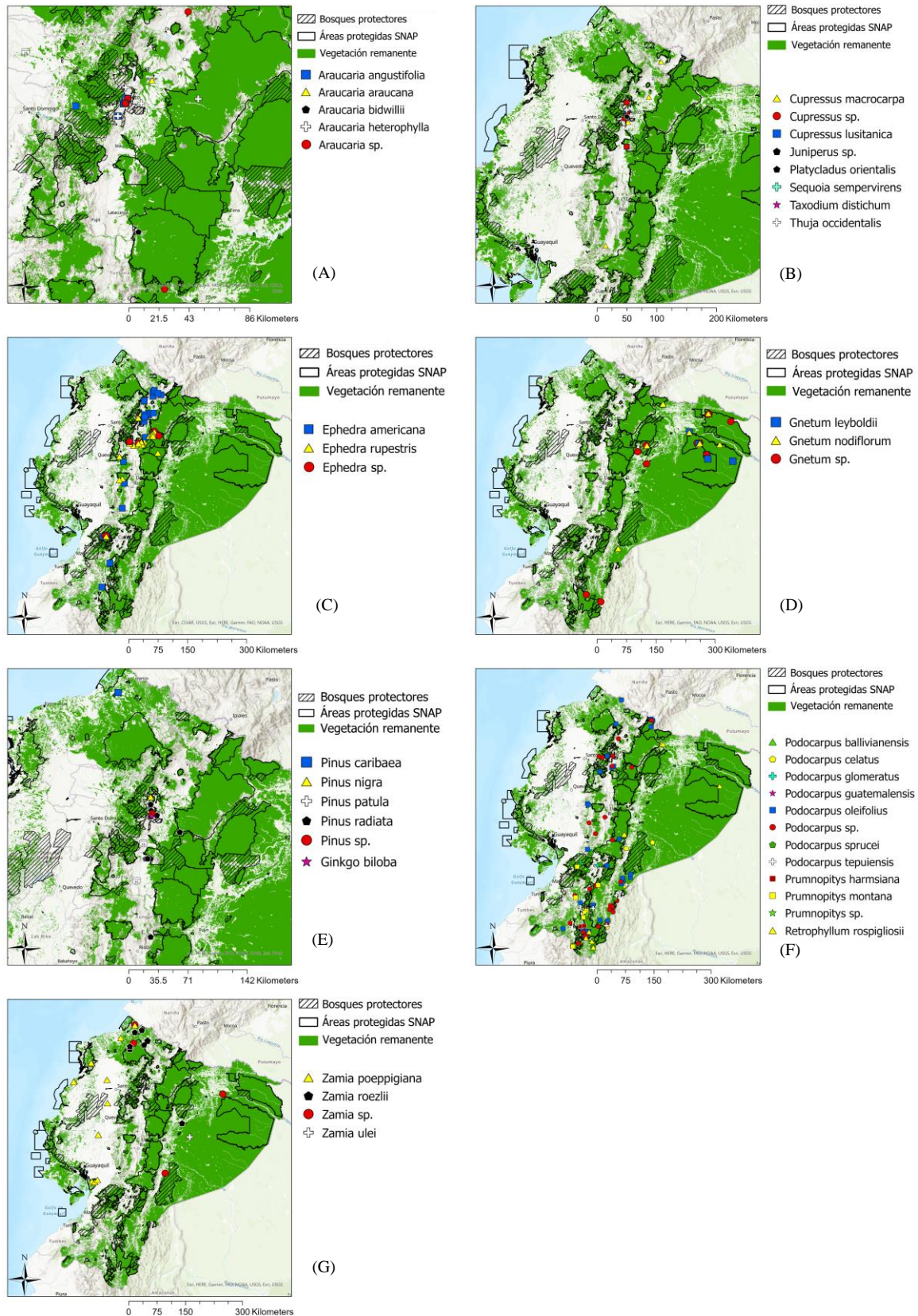
**Figura 2.** Distribución altitudinal de gimnospermas clasificado por familia en Ecuador 2022. Se muestra un histograma que presenta la frecuencia del total de 458 registros según el rango altitudinal en el cual se colectó cada espécimen de herbario y su clasificación por familia.

Por otro lado, la distribución geográfica del total de 442 registros que presentaban coordenadas de colección se muestra en la Figura 3. Se evidencia la ubicación específica de cada individuo dentro del territorio ecuatoriano. En este sentido, se observa que la mayoría de los registros se ubican en la región de la sierra ecuatoriana, en donde existe mayor abundancia de especímenes colectados hacia el sur del país y estos corresponden en su mayoría a la familia Podocarpaceae. Por otro lado, también se evidencia gran número de registros en la sierra norte del Ecuador, sin embargo, aquí se observa mayor presencia de especies de la familia Ephedraceae.



**Figura 3.** Mapa de distribución geográfica total de gimnospermas en Ecuador después de la actualización realizada para el 2022 al revisar muestras de herbarios en Quito, Ecuador.

Adicionalmente, en la Figura 4 se observan mapas de distribución divididos por familia, en los cuales se pueden evidenciar la distribución geográfica específica de cada una de las 33 especies. En este sentido, se evidencia que las familias Araucariaceae, Cupressaceae y Pinaceae se distribuye en la región central de la sierra; mientras que para Gnetaceae hay mayor presencia en la región amazónica; en cuanto a Ephedraceae se evidencia que los registros están concentrados en la región de la sierra, sobre todo en la zona norte; de igual manera para Podocarpaceae la mayoría de registros están en la sierra, no obstante se evidencia que en su mayoría estos se encuentran dentro de bosques protectores; finalmente, para Zamiaceae la mayor parte de registros se ubican en la región costera norte del país.



**Figura 4.** Mapas de distribución geográfica por familia de gimnospermas en Ecuador después de la actualización realizada para el 2022 al revisar muestras de herbarios en Quito, Ecuador. Se muestra la distribución geográfica según las coordenadas de recolección de los registros de

herbario clasificados por familia: (A) Araucariaceae, (B) Cupressaceae, (C) Ephedraceae, (D) Gnetaceae, (E) Pinaceae y Ginkgoaceae, (F) Podocarpaceae, (G) Zamiaceae.

Finalmente, en cuanto a la actualización de denominaciones taxonómicas se realizó la modificación del nombre científico de cinco especies. En este sentido, la denominación *Thuja orientalis* fue modificada por *Platycladus orientalis*, *Nageia rospiglosii* fue modificada por *Retrophyllum rospiglosii*, *Podocarpus macrostachys* fue modificada por *Podocarpus oleifolius*, *Taxodium ascendens* fue modificada por *Taxodium distichum* y *Zamia lindenii* fue modificada por *Zamia poeppigiana*. Estos cambios fueron realizados siguiendo las denominaciones taxonómicas actuales presentes en la base de datos *Tropicos* del Missouri Botanical Garden; dado que en los cinco casos las denominaciones que constaban en las etiquetas se tratan de sinónimos, por lo cual los registros que presentaban estas denominaciones fueron unificados bajo los nombres de *P. orientalis*, *R. rospiglosii*, *P. oleifolius*, *T. ascendens* y *Z. poeppigiana* y respectivamente.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con investigaciones pasadas sobre gimnospermas en nuestro país, en el *Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador* hasta el año 1999 se reporta la presencia de 20 especies de gimnospermas, de las cuales 6 especies son introducidas (*Araucaria angustifolia*, *Araucaria heterophylla*, *Cupressus lusitánica*, *Cupressus macrocarpa*, *Pinus radiata*, *Sequoia sempervirens*); 13 especies son nativas (*Ephedra americana*, *Ephedra rupestris*, *Gnetum nodiflorum*, *Negeia rospigliosii*, *Podocarpus glomeratus*, *Podocarpus ingensis*, *Podocarpus macrostachys*, *Podocarpus oleifolius*, *Podocarpus sprucei*, *Prumnopitys montana*, *Zamia roezlii*, *Zamia poeppigiana*, *Zamia ulei*) y una especie endémica para el Ecuador (*Zamia gentryi*) (Jørgensen & León-Yáñez, 1999).

En contraste, en la presente investigación los resultados muestran que la riqueza de especies aumentó dado que, según las colecciones de herbario, en el Ecuador existen 33 especies de gimnospermas, de las cuales 16 son introducidas y 17 son nativas; en este sentido, cabe mencionar que en el año 1999 se reportaba 1 especie endémica para el país, no obstante, según la revisión actual no se encontró ningún registro de especies endémicas. Según Jørgensen y León la especie endémica es *Zamia gentryi* y la muestra colectada se encuentra dentro del QCNE (1999); sin embargo al revisar de manera física la colección de este herbario se pudo notar que esta muestra había sido revisada por un especialista en taxonomía quien determinó que la muestra pertenecía a otra especie debido a sus características morfológicas, razón por la cual se le otorgó la clasificación de *Zamia roezlii*. Como se observa en el Anexo B. Por lo tanto, dentro de los registros actuales no hay presencia de especies endémicas para el país.

En cuanto a distribución altitudinal se evidencia que el rango con mayor número de registros es el montano bajo que se encuentra de 2500 a 3000 m.s.n.m. Esto se debe principalmente a que las gimnospermas de hábito arbóreo se distribuyen de forma natural



mayoritariamente a altas elevaciones y se ubican en las estribaciones de cadenas montañosas (Fragnière et al., 2015). Además, las familias con mayor presencia en los 2500 a 3000 metros son Pinaceae, Cupressaceae y Podocarpaceae; las cuales presentan especies arbóreas, lo cual explica la distribución altitudinal encontrada para nuestro país. Adicionalmente, también cabe recalcar que gran parte de los registros pertenecen a la familia Podocarpaceae y esto se debe a que Podocarpaceae abarca 10 especies, siendo la familia con mayor número de especies en el Ecuador.

Por otro lado, se observa que la familia Ephedraceae se distribuye mayoritariamente de 3600 hasta > 4750 m.s.n.m. Esto se debe primordialmente a que estas plantas son de hábito arbustivo y se encuentran naturalmente en ecosistemas áridos o semiáridos gracias a sus características adaptativas como son el presentar un tallo recubierto por una capa cerosa que permite reflejar los rayos solares, raíces profundas que mejoran la captación de agua y estomas ubicados en los surcos de los tallos evitando así su exposición directa al sol (Villanueva-Almanza, 2011). En nuestro país estas condiciones áridas se encuentran en ciertos ecosistemas de páramo ubicados en la cordillera Occidental que son aquellos que reciben poca precipitación que varía de 250 a 500 mm al año y sus condiciones son similares a la ecorregión puna (Camacho, 2014); razón por la cual la familia Ephedraceae es predominante a altas elevaciones.

En cuanto a distribución geográfica se evidencia que la familia Pinaceae se distribuye mayoritariamente en la región sierra del Ecuador, esto puede deberse a que varias especies de pinos presentan un tronco leñoso valioso en la industria maderera (Nabors, 2006). *Pinus* es un género que se caracteriza por especies arbóreas que se adaptan a altitudes aproximadas entre 1800 a 3600 m.s.n.m. y temperaturas que oscilan entre 11 a 20 grados centígrados (Sánchez-González, 2016) razón por la cual van a crecer de forma adecuada en la sierra ecuatoriana. Además, ciertos planes de reforestación con especies introducidas con fines maderables, como es el caso de los pinos, han sido aprobados por el Ministerio del Ambiente; en este sentido, se

han aprobado planes de la reforestación con fines comerciales en zonas con superficies menores o iguales a 1000 ha (MAGAP, 2013). Lo cual explica la abundancia de registros de la familia Pinaceae.

Adicionalmente, también se observa que la familia Cupressaceae se distribuye principalmente en la sierra del Ecuador dentro de zonas urbanas y esto puede explicarse debido a que los cipreses son especies que se utilizan con fines ornamentales dentro de jardines o parques (de la Torre et al., 2008). Por otro lado, en cuanto a la familia Podocarpaceae se evidencia que se encuentra principalmente distribuida en la zona sur de la sierra ecuatoriana, las especies de esta familia suelen habitar ambientes húmedos, con altitudes elevadas y en geología ultramáfica (Turner & Cernusak, 2011). Este tipo de geología se distingue por presentar suelos ácidos que son pobres en fósforo, nitrógeno y otros nutrientes. En este sentido, la cordillera del Cóndor se caracteriza por tener una geología de este tipo, ya que presenta suelos de arenisca que carece de nutrientes y cuya acidez es bastante alta (Neill, 2005); esto explica la razón por la cual los podocarpos se distribuyen en esta zona del Ecuador.

## CONCLUSIONES

En base a la revisión física de las colecciones de herbario se determinó que la riqueza de especies de gimnospermas en el Ecuador es de 33 especies, esta riqueza es mayor a la reportada hace 20 años. Adicionalmente en la actualidad existe mayor presencia de especies introducidas como es el caso de la familia Pinaceae que ha aumentado su presencia en el país debido a planes de reforestación con fines productivos dado que los pinos son árboles maderables; de igual manera también han aumentado los registros para la familia Cupressaceae y esto se debe fundamentalmente a que los cipreses son ampliamente cultivados en zonas urbanas con fines ornamentales. En cuanto a distribución altitudinal y geográfica, las gimnospermas se ubican mayoritariamente en la región sierra del Ecuador y el rango altitudinal con mayor frecuencia de especímenes es el montano bajo que abarca de 2500 a 3000 m.s.n.m. Esto se debe a que las gimnospermas arbóreas habitan naturalmente en estribaciones de cadenas montañosas a altas elevaciones.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que este estudio se llevó a cabo revisando colecciones de cuatro herbarios ubicados únicamente dentro del Distrito Metropolitano de Quito, razón por la cual para futuras investigaciones se recomienda ampliar el número de herbarios revisados y aumentar el esfuerzo de muestreo en herbarios que se ubiquen fuera de la capital con el fin de aumentar la representatividad al obtener registros de un mayor número de colecciones alrededor del país. Finalmente, la presente investigación demuestra la importancia de realizar revisiones físicas periódicas de muestras de herbario y que dichos datos se encuentren recopilados bajo el mismo formato y así facilitar su divulgación. Ya que al actualizar la información referente a riqueza de especies, distribución altitudinal y distribución geográfica; fue posible observar claras diferencias en comparación con registros publicados hace más de veinte años. En este sentido, el conocer la riqueza y distribución actual de

gimnospermas en el Ecuador es el primer paso para dirigir planes de conservación que permitan proteger las especies nativas de nuestro país; así como realizar estudios dirigidos a evaluar si existe impacto por parte de las especies introducidas dentro de los ecosistemas.

## REFERENCIAS

- Aybar, C., & Lavado, W. (2017). *ATLAS DE ZONAS DE VIDA DEL PERÚ Guía Explicativa*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- Bernal-Ramírez, L. A., Bravo-Avilez, D., Fonseca-Juárez, R. M., Yáñez-Espinosa, L., Gernandt, D. S., & Rendón-Aguilar, B. (2019). Usos y conocimiento tradicional de las gimnospermas en el noreste de Oaxaca, México. *Acta Botanica Mexicana*, 126, Art. 126. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1471>
- Burneo, S. (2009). Letras verdes [no. 3, abril 2009. REVISTA COMPLETA]. *Letras verdes [no. 3, abril 2009. REVISTA COMPLETA]*.
- Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Revista Anales*, 1(372), 77-92. <https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>
- de la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M., & Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. *Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador ; Aarhus : Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus*.
- del castillo, R., Perez de la Rosa, J., Amado, G., & Garcia, R. (2004). Coníferas. En *Biodiversidad de Oaxaca* (pp. 141-158). Instituto de Biología, UNAM Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza.
- ESRI. (s. f.). *ArcGIS Pro* (3,1).
- Fragnière, Y., Bétrisey, S., Cardinaux, L., Stoffel, M., & Kozłowski, G. (2015). Fighting their last stand? A global analysis of the distribution and conservation status of gymnosperms. *Journal of Biogeography*, 42(5), 809-820. <https://doi.org/10.1111/jbi.12480>
- GBIF. (2021). *Darwin Core Archives – How-to Guide, version 2.2*. Copenhagen: GBIF Secretariat. <https://ipt.gbif.org/manual/en/ipt/2.4/dwca-guide>
- Holdridge, L. R. (1967). *Life zone ecology*. Tropical Science Center.
- Jørgensen, P. M., & León-Yáñez, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Missouri Botanical Garden Press.
- MAGAP. (2013). *Acuerdo Interministerial No. 258*. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-02/Reforma-258-a-la-normativa-para-la-zonificaci%C3%B3n-de-tierras-para-forestaci%C3%B3n-y->

reforestaci%C3%B3n.pdf

- Microsoft Corporation. (2016). *Microsoft Excel* (Versión 2016). Microsoft.
- MOBOT. (2022). *Tropicos* (3,4,0). <https://www.tropicos.org>
- Nabors, M. W. (2006). *Introducción a la Botánica*. PEARSON EDUCACIÓN, S. A.
- Neill, D. (2005). BOTANICAL TREASURES BETWEEN THE ANDES AND THE AMAZON. *Plant Talk*, 41, 17-21.
- Neill, D. (2012). ¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador? *UEA/ Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 1(1), 70-83.
- PBC. (s. f.). *Rstudio* (1.4.1717).
- Sánchez-González, A. (2016). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques*, 14(1), 107-120.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2008.1411222>
- Turner, B. L., & Cernusak, L. (2011). Ecology of the Podocarpaceae in Tropical Forests. *Smithsonian Contributions to Botany*, 95, 218.
- Villanueva-Almanza, L. (2011). REVISIÓN TAXONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE EPHEDRA (EPHEDRACEAE) EN MÉXICO. *Acta Botanica Mexicana*.
- Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R., Robertson, T., & Vieglais, D. (2012). Darwin Core: An Evolving Community-Developed Biodiversity Data Standard. *PLoS ONE*, 7(1), e29715.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029715>

**ANEXO A: TÉRMINOS UTILIZADOS EN LA BASE DE DATOS DARWIN CORE**

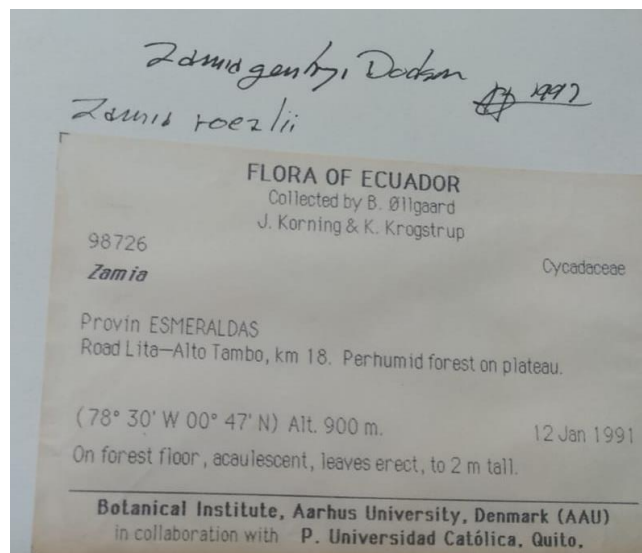
<b>Término</b>	<b>Definición</b>
institutionCode	Acrónimo en uso por la institución que tiene la custodia del objeto (s) o información referida en el registro.
catalogNumber	Número único de ingreso del espécimen o lote de la colección.
kingdom	Se indica el reino al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico.
phylum	Se indica el filo al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico.
class	Se indica la clase al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico.
order	Se indica el orden al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico.
family	Se indica la familia al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico.
genus	Se indica el género al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico.
specificEpithet	Se indica el epíteto específico a la especie al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico.
scientificName	Se indica el género y la especie al que pertenece el espécimen o el lote. Se utiliza el nombre técnico. Si no se sabe una de los dos se deja vacío.
identificationQualifier	Se llena si solo está identificado hasta género sp., cf., aff. o nr. (especie).
identifiedBy	Nombre del identificador, 1 apellido completo e inicial 1 nombre, en ese orden. Si hay dos o más identificadores, separar por barra vertical  .
country	País en el que se realizó la colección. No colocar tildes.
stateProvince	Provincia en la que se realizó la colección. Nombre completo de la provincia, sin tildes.
county	Cantón en el que se realizó la colección. Nombre completo del cantón, sin tildes.
municipality	Parroquia en la que se realizó la colección. Nombre completo de la parroquia, sin tildes.

locality	Localidad exacta en la que se realizó la colección. Nombre de la carretera y kilómetro aproximado si es conocido, sin tildes.
habitat	Nombre o descripción del tipo de habitat o ecosistema donde se realizó la colección.
verbatimElevation	Altitud de la ubicación en metros sobre nivel del mar.
decimalLatitude	Coordenadas geográficas de latitud en grados decimales.
decimalLongitude	Coordenadas geográficas de longitud en grados decimales.
maximumDistance AboveSurfaceInMeters	Altura del espécimen en centímetros.
vernacularName	Nombre común o vernáculo. Es posible incluir más de uno, separar por coma. Si es conocido incluir entre paréntesis el idioma del nombre.
recordedBy	Nombre del Colector principal, 1 apellido completo e inicial 1 nombre, en ese orden. Si no se sabe poner "Desconocido"
eventDate	Fecha de colección día-mes-año. Si no se sabe dejar vacío
year	Ingresar el año de colección. Si no se conoce, dejar vacío.
month	Ingresar el mes de colección. Si no se conoce, dejar vacío.
day	Ingresar el día de colección. Si no se conoce, dejar vacío.
fieldNumber	Número o alfanumérico personal del colector que pertenece al espécimen o el lote.
datasetName	El nombre del proyecto o seminario que identifica el conjunto de datos del que se derivó el registro.
recordEnteredBy	Nombre de la persona que ingresa la información a la base de datos. Al menos un nombre o iniciales. Si es más de una persona separar con "/"
verbatimCoordinates	Las coordenadas espaciales originales textuales de la ubicación. Los datos de la latitud y longitud se separan por un espacio, no usar comas, punto y coma o guiones. Si no se sabe se deja vacío.



dynamicProperties	Ingresar los números de permisos de investigación y las respectivas guías de movilización. Primero va el número de permiso y, separado por una barra vertical  , segundo va las guías de movilización. Incluye letras, números y guiones.
observaciones	Información adicional sobre el espécimen.

## ANEXO B: FOTOGRAFÍAS ESPECÍMEN DE HERBARIO



Se muestran fotografías de una muestra del Herbario Nacional del Ecuador, en esta se evidencia que no está clara la determinación de especie dado que en la etiqueta hay constancia de dos nombres científicos *Zamia gentryi* y *Zamia roezlii*.