

Distribución de especies de la familia Lentibulariaceae en el territorio colombiano: una revisión preliminar

Abraham David Guerra Ospino

Yani Aranguren

8vo semestre

Resumen

Las características biogeográficas de Colombia permiten la existencia de una amplia diversidad de plantas. La familia Lentibulariaceae es un grupo de plantas carnívoras conformada por los géneros *Pinguicula*, *Genlisea* y *Utricularia*. Sin embargo, en el territorio colombiano son muy pocos los estudios relacionados a esta la familia de plantas carnívoras. Además, usualmente se realizan estudios con un enfoque únicamente morfológico para la identificación en esta familia, que puede ocasionar una caracterización errónea, por lo tanto, es necesaria la implementación de métodos moleculares complementarios a los métodos tradicionales. El uso de marcadores moleculares es una alternativa viable para llevar a cabo la identificación y caracterización de especies de los géneros que componen la familia Lentibulariaceae. A través de una búsqueda sistemática de información se realizó una lista de las especies de la familia Lentibulariaceae registradas en Colombia y se construyó un mapa de distribución de las especies. Adicionalmente, haciendo uso de la información encontrada en la base de datos NCBI, se seleccionó el gen rps16 correspondientes a las especies encontradas en la base de datos de la familia Lentibulariaceae. Hasta el momento 36 especies de las 360 especies de la familia Lentibulariaceae, han sido registradas en Colombia. En 28 departamentos del territorio colombiano se han registrado especies de esta familia, con una abundancia significativa en los departamentos de Vichada, Vaupés y Guainía. Finalmente, la información existente en las bases de datos revisadas respecto a la familia Lentibulariaceae es muy escasa, por lo que es necesario realizar más exploración y estudios conocer a profundidad la diversidad y evolución de las especies de la familia en el territorio colombiano.

PALABRAS CLAVES

Plantas carnívoras, *Utricularia*, *Genlisea*, *Pinguicula*.

ABSTRACT

In Colombia, very few studies related to the Lentibulariaceae family have been carried out, mainly due to the lack of interest and information related to these genera. Since there is robust molecular information on the phylogeny of Lentibulariaceae in the literature, and resorting only to the morphological approach for identification in this family can lead to erroneous characterization, it is necessary to implement alternative and complementary methods to traditional methods. The use of molecular markers is a viable alternative to carry out an identification and characterization of species of the genus *Pinguicula*, *Genlisea* and *Utricularia*, which make up the Lentibulariaceae family. Through this work, the species of the Lentibulariaceae family registered in Colombia will be determined and an analysis of their distribution in the Colombian territory will be made. A species distribution map was made. So far 36 species of the 360 species of the Lentibulariaceae family have been registered in Colombia. In total, in 28 departments of the Colombian territory, species of this family have been registered, with a significant abundance in the departments of Vichada, Vaupés and Guainía. The information in the databases reviewed regarding the Lentibulariaceae family in the country is very scarce, therefore, more studies are necessary for the correct characterization of the species of the family in the Colombian territory.

KEYWORDS

Carnivorous plants, *Utricularia*, *Genlisea*, *Pinguicula*.

INTRODUCCIÓN

Las plantas carnívoras siempre han sido un grupo de plantas que han generado gran fascinación por los investigadores y el público en general (Alcalá & Domínguez, 2017). Fueron descritas por primera vez en la literatura botánica alrededor del año 1554 por Dodonaeus, en un tratado sobre vegetación (Alcalá & Domínguez, 2017). Sin embargo, no fue hasta 1875 que se evidenció la dinámica bioecológica de estas plantas, cuando Darwin proporcionó las primeras descripciones detalladas de las estructuras, a través de las cuales, ocho géneros de plantas podían atrapar insectos y disolver algunas de sus proteínas, y contribuir significativamente en su crecimiento (Darwin C. 1875, Alcalá & Domínguez, 2017; Ellison & Gotelli, 2009).

De modo general, las plantas carnívoras son un grupo diverso y polifilético de plantas, que se caracterizan por presentar adaptaciones que les permiten atraer y capturar a sus presas, tales como bacterias, protozoarios, crustáceos, insectos, algas; y, digerir y absorber nutrientes de ellos (Alcalá & Domínguez, 2017; Hatcher et al., 2020; Lloyd, 1976; McPherson, 2010). Dichas características han generado que las plantas carnívoras puedan utilizar fuentes minerales alternativas y a su vez, colonizar ambientes ácidos, tóxicos o con suelos pobres,

no apropiados para otras especies de plantas (Alcalá & Domínguez, 2017; Hatcher et al., 2020).

Las plantas carnívoras han evolucionado independientemente al menos diez veces en cinco ordenes, y representan un ejemplo de evolución convergente (Hatcher et al., 2020). Esta evolución les ha traído numerosos beneficios dentro de los cuales encontramos el florecimiento temprano, aumento de la tasa de crecimiento, aumento de la tasa de fotosíntesis, aumento de la formación de semillas, y mayor absorción de nutrientes a través de las raíces después de capturar las presas (Hatcher et al., 2020).

La familia monofilética Lentibulariaceae se originó probablemente hace 42 millones de años y contiene aproximadamente 360 especies (Lustofin et al., 2020). Consiste en tres géneros de plantas carnívoras: *Pinguicula*, *Genlisea* y *Utricularia* (Lustofin et al., 2020; Bartosz Jan Płachno et al., 2007). Estudios moleculares, basados en reconstrucción en secuencias de ADN cloroplástico (gen matK, intron trnK), posicionan al género *Utricularia* como hermano del clado *Genlisea-Utricularia* (Müller et al., 2004). Estos géneros contienen especies de plantas herbáceas, y usan diferentes estrategias para capturar su presa. Las especies de *Utricularia* forman vejigas de succión, mientras que las especies de *Genlisea* tienen trampas subterráneas de anguila (olla de langosta) para atrapar pequeños invertebrados de agua/suelo. Por otra parte, las especies del género *Pinguicula* presentan una roseta basal de hojas que han sido ligeramente modificadas para atrapar pequeños invertebrados (Lustofin et al., 2020).

Diversas comunidades microbianas viven asociadas a las trampas de captura de las especies de la familia Lentibulariaceae, y están involucradas en la digestión de la presa y la adaptación ambiental, por lo que, estos microorganismos son de mucha importancia para la planta (Achno & Owski, 2008; Caravieri et al., 2014; Vu, 2015). Se ha determinado que estas comunidades, como lo son algas y bacterias, contribuyen a la obtención de nutrientes liberados por la actividad enzimática de los microorganismos (Bartosz J. Płachno et al., 2012). Algunas investigaciones han puesto en evidencia la existencia de actividad de enzimas exógenas secretadas y la actividad de fosfatasa en especies de los genero *Utricularia* y *Pinguicula*. (B. J. Płachno et al., 2006; Sirová et al., 2009).

Hasta el momento 36 especies de las 360 especies de la familia Lentibulariaceae, han sido registradas en Colombia (Fernández-Pérez, 1964). La gran mayoría de estas corresponden al género *Utricularia*, el cual ha sido ampliamente estudiado, y se destaca principalmente por sus características genéticas y fisiológicas, como también por su importancia económica (Fernández-Pérez, 1964; Greilhuber et al., 2006).

El género con el mayor número de especies de la familia, *Utricularia*, es considerado como cosmopolita principalmente debido a las aves migratorias (Fernández-Pérez, 1964); esta caracterizado por el cáliz de 2 sépalos y presencia de brácteas. Algunas especies de este género presentan un genoma de tamaño tan pequeño como el de algunas bacterias, y similar

e incluso menor al de *Arabidopsis thaliana* (Greilhuber et al., 2006). La morfología de sus órganos vegetativos es confusa, sin embargo, se utilizan denominaciones como rizomas, pseudobulbos, rizoides, y los utrículos que corresponden a modificaciones de las hojas (Fernández-Pérez, 1964). Las especies de este género se encuentran asociados a una amplia variedad de hábitats tales como arenícolas, acuáticas-flotantes, rupícolas en corrientes de aguas, palustres, esfagnícolas y epifitas entre musgo (Fernández-Pérez, 1964).

El género *Pinguicula*, con aproximadamente 96 especies reconocidas, fue probablemente originado en Suramérica y se encuentra distribuido en todos los continentes, a excepción de Australia (Lustofin et al., 2020). Las especies de este género se caracterizan por presentar un tamaño variable, verdaderas raíces y hojas, y carecer de brácteas (Fernández-Pérez, 1964). La mayoría de las especies de este género son de hábitat arenario-paludoso, palustre o esfagnícola, aunque existen especies en este género estrictamente terrícolas (Fernández-Pérez, 1964).

El género *Genlisea* está restringida al oeste de África y las regiones tropicales del nuevo mundo (Fernández-Pérez, 1964). Se caracterizan por la presencia de cáliz de 5 segmentos y órgano insectívoro cilíndrico y hueco dividido en dos ramas contortas y divergentes, con pelos que facilitan la entrada y salida de las presas (Fernández-Pérez, 1964). Las especies de este género están asociadas a hábitats arenario-paludícola en los pisos térmicos cálidos (Fernández-Pérez, 1964).

En Colombia, muy pocos estudios relacionados a esta familia han sido realizados, principalmente por la escasez de interés e información relacionada a estos géneros. Sin embargo, los avances en la biología molecular han permitido que se realicen caracterizaciones no únicamente basadas en la morfología de la planta, si no que integran otros aspectos como la fisiología y genética, lo que ha facilitado la identificación de especies y caracterización de la historia evolutiva de la familia Lentibulariaceae (Biology & Access, 2015; Crespo et al., 2018; Orsch et al., 2005; Profile, 2014).

Una de las herramientas que en la actualidad es ampliamente utilizada corresponde a los marcadores moleculares, por medio los cuales se ha realizado identificación de microorganismos incultivables, patógenos y enfermedades, transferencia de genes, variabilidad genética, análisis de parentesco y reconstrucciones evolutivas (Álvaro Azofeifa-Delgado, 2006; Díaz et al., 2017; Em et al., 2002; Idrees & Irshad, 2015; Ignal & Ilan, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta la población de estudio, correspondiente a la familia Lentibulariaceae (Género *Utricularia*, *Genlisea*, *Pinguicula*), se utilizarán las bases de datos PUBMED, GenBank, Google Académico y el catálogo de plantas carnívoras, para la recolección de datos correspondiente a las especies de la familia registradas en Colombia. La búsqueda

incluirá datos como nombre de la especie, origen, descripción, hábitos, regiones biogeográficas rango altitudinal y departamento donde se distribuyen. Esta información se organizará en una tabla con las especificaciones previamente mencionadas, haciendo uso del programa Excel v2010. Por otra parte, utilizando el GenBank del NCBI (National Center for Biotechnology Information) se obtuvieron las secuencias correspondientes a cada especie registrada en Colombia de la familia Lentibulariaceae, con el fin de hacer un análisis filogenético. Teniendo en cuenta la información recolectada mediante las bases de datos se realizará un mapa de distribución de las especies de la familia Lentibulariaceae registradas en Colombia, haciendo uso del programa Adobe Illustrator, considerando el género y la región donde se encuentra distribuidas en el territorio Colombia. Las secuencias encontradas en la búsqueda de datos del GenBank de NCBI serán analizadas utilizando el programa BioEdit, en el cual se hará una edición básica de las secuencias para que la construcción del filogenético sea adecuada. Posteriormente, utilizando el programa MEGA X se realizará un análisis de las relaciones filogenéticas mediante el método de máxima verosimilitud con un Bootstrap de 100 réplicas, haciendo uso de la secuencia seleccionada (rps16).

RESULTADOS

En total 38 especies han sido registradas las cuales están distribuidas en 28 departamentos del territorio colombiano; Amazonas, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guainía, Guaviare, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Vaupés, Vichada. De estos departamentos podemos destacar la diversidad presente en los departamentos de Vichada, Vaupés y Guainía (Figura 1). Esta comparación está dada entre los tres géneros pertenecientes a la familia de estudio. Si bien es cierto, en algunos departamentos no existen registros hasta el momento, esto no es indicativo de que haya presencia en ellos. Esta carencia de registros se debe principalmente debido a la falta de estudios relacionados a las especies de esta familia.

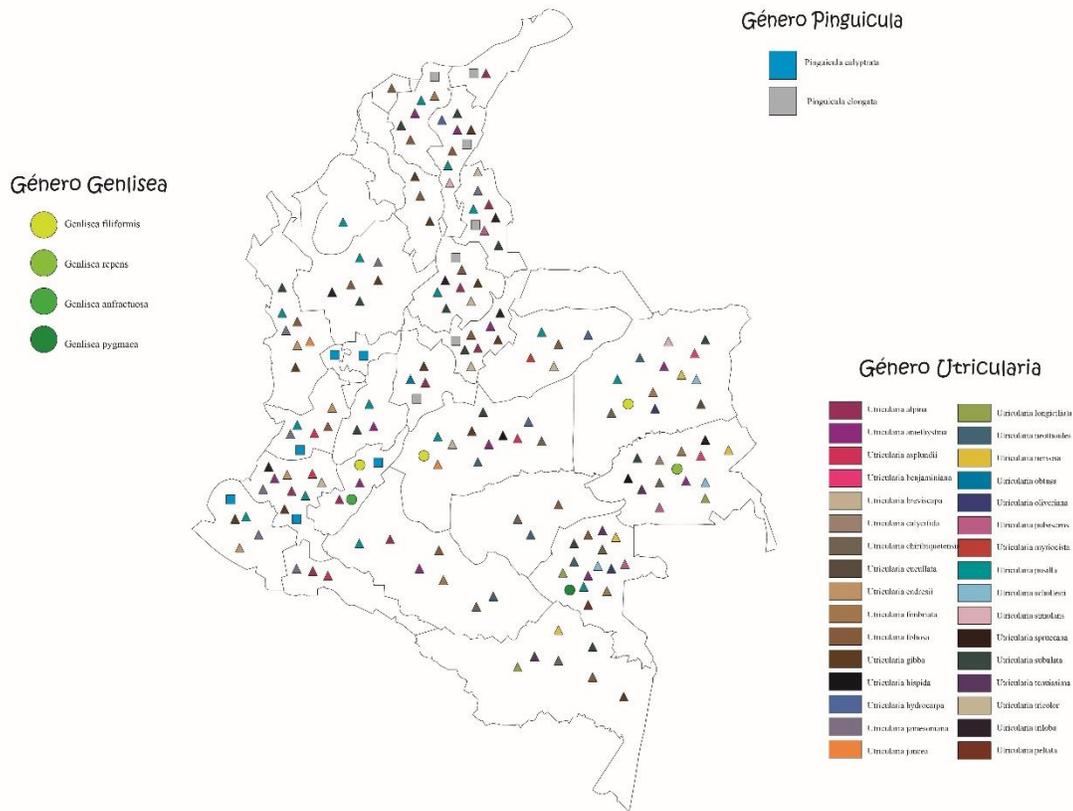


Figura 1. Mapa de distribución de las especies de la familia Lentibulariaceae en el territorio colombiano

En total 32 especies del género *Utricularia*, 4 especies del género *Genlisea*, y 3 especies del género *Pinguicula*, han sido registradas en Colombia (Figura 2). Dentro de las cuales, las especies *Utricularia foliosa*, *Utricularia subulata* y *Utricularia pusilla* están presentes en 14,14 y 16 departamentos, respectivamente.

Tabla 1. Especies de la familia Lentibulariaceae presente en Colombia

Genero <i>Genlisea</i>	Genero <i>Pinguicula</i>
<i>Genlisea filiformis</i>	<i>Pinguicula antarctica</i>
<i>Genlisea repens</i>	<i>Pinguicula calypttrata</i>
<i>Genlisea anfractuosa</i>	<i>Pinguicula elongata</i>

<i>Genlisea pygmaea</i>	
Genero <i>Utricularia</i>	
<i>Utricularia alpina</i>	<i>Utricularia hispida</i>
<i>Utricularia amethystina</i>	<i>Utricularia hydrocarpa</i>
<i>Utricularia asplundii</i>	<i>Utricularia jamesoniana</i>
<i>Utricularia benjaminiana</i>	<i>Utricularia juncea</i>
<i>Utricularia breviscapa</i>	<i>Utricularia longiciliata</i>
<i>Utricularia calycifida</i>	<i>Utricularia neottioides</i>
<i>Utricularia chiribiquetensis</i>	<i>Utricularia nervosa</i>
<i>Utricularia cucullata</i>	<i>Utricularia obtusa</i>
<i>Utricularia endresii</i>	<i>Utricularia oliveriana</i>
<i>Utricularia fimbriata</i>	<i>Utricularia pubescens</i>
<i>Utricularia foliosa</i>	<i>Utricularia myriocista</i>
<i>Utricularia gibba</i>	<i>Utricularia pusilla</i>
<i>Utricularia schultesii</i>	<i>Utricularia simulans</i>
<i>Utricularia spruceana</i>	<i>Utricularia subulata</i>
<i>Utricularia tenuissima</i>	<i>Utricularia tricolor</i>
<i>Utricularia triloba</i>	<i>Utricularia peltata</i>

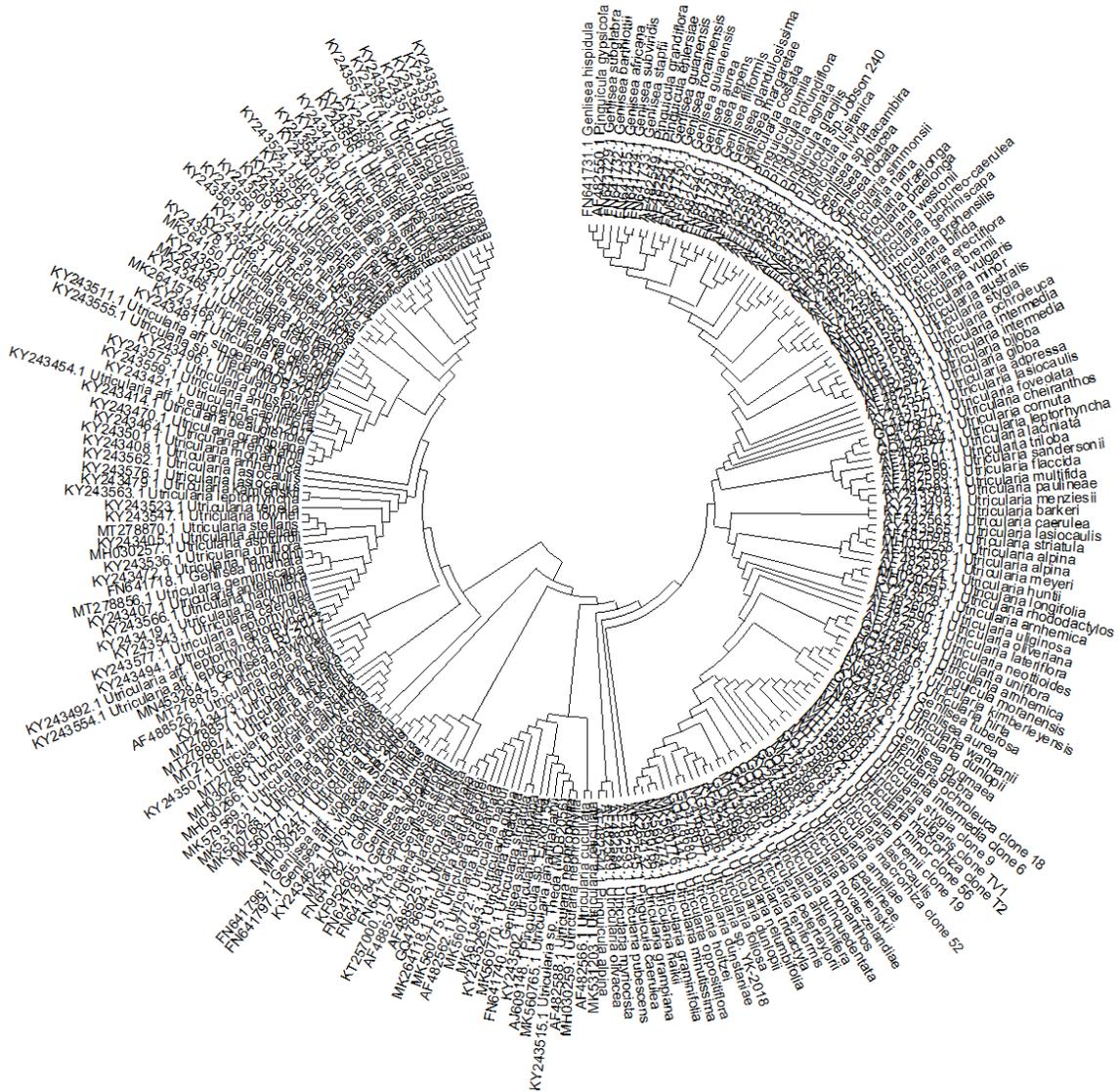


Figura 2. Análisis filogenético mediante el método de máxima verosimilitud. La historia evolutiva se inferió utilizando el método de máxima verosimilitud basado en el modelo general reversible en el tiempo (Nei y Kumar 2000).

DISCUSIÓN

La información existente en las bases de datos revisadas respecto a la familia Lentibulariaceae es muy escasa y generalizada. En la mayoría de los casos se hablan de especies que no han sido hasta el momento registradas en el país. Los trabajos realizados

coinciden en que el género con el mayor número de especies de la familia es el género *Utricularia*, considerado como cosmopolita y se caracteriza por el cáliz de 2 sépalos y presencia de brácteas (Fernández-Pérez, 1964). Esto concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, en el cual se observó una predominancia del género *Utricularia* (84%) frente a los géneros *Genlisea* y *Pinguicula*. Es importante mencionar que este género ha sido ampliamente estudiado principalmente debido a presenta un genoma de tamaño tan pequeño como el de algunas bacterias, y similar e incluso menor al de *Arabidopsis thaliana* (Greilhuber et al., 2006).

Tomando en cuenta los registros biológicos y publicaciones científicas, especies de la familia Lentibulariaceae han sido registradas en 28 departamentos del territorio colombiano; Amazonas, Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guainía, Guaviare, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Vaupés, Vichada. De estos departamentos podemos destacar la diversidad presente en los departamentos de Vichada, Vaupés y Guainía. Esta comparación está dada entre los tres géneros pertenecientes a la familia de estudio. Si bien es cierto, en algunos departamentos no existen registros hasta el momento, esto no es indicativo de que haya presencia en ellos. Esta carencia de registros se debe principalmente debido a la falta de estudios relacionados a las especies de esta familia.

En total, existen secuencias correspondientes a 31 genes dentro de los cuales encontramos secuencias principalmente de los cloroplastos y ARN ribosomal. Dentro de ellas encontramos los genes de ARN ribosómico 26S y 5.8S, gen rps16, gen del cloroplasto tRNA-Leu (trnL) y región espaciadora intergénica trnL-trnF, gen de la proteína CP43-CP47 del fotosistema II (psbB,psbC), gen de la subunidad grande de ribulosa 1,5-bisfosfato carboxilasa (rbcL), Gen de la subunidad B de la NADH deshidrogenasa (ndhB). Mas estudios son necesarios para la determinación de la eficiencia de cada uno de estos genes en la caracterización de las especies de la familia Lentibulariaceae. Entender las relaciones filogenéticas de las especies registradas en este estudio junto a las especies cercanas, es importante ya que nos permitiría determinar las posibles especies presentes en el territorio colombiano. Por ende, poder expandir el conocimiento de la distribución geográficas de estas especies en Colombia.

CONCLUSIONES

Los trabajos realizados coinciden en que el género con el mayor número de especies de la familia es el género *Utricularia*. Hasta el momento 36 especies de las 360 especies de la familia Lentibulariaceae, han sido registradas en Colombia (Fernández-Pérez, 1964). La gran mayoría de estas corresponden al género *Utricularia*, el cual ha sido ampliamente estudiado, y se destaca principalmente por sus características genéticas y fisiológicas, como también por su importancia económica (Fernández-Pérez, 1964; Greilhuber et al., 2006). En total en 28 departamentos del territorio colombiano han sido registradas especies de la familia

Lentibulariaceae, con una abundancia significativa en los departamentos de Vichada, Vaupés y Guainía. La información existente en las bases de datos revisadas respecto a la familia Lentibulariaceae es muy escasa y generalizada. En la mayoría de los casos se hablan de especies que no han sido hasta el momento registradas en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Achno, B. A. J. A. N. P., & Owski, K. O. W. O. (2008). ALGAE COMMENSAL COMMUNITY IN GENLISEA TRAPS. *77*(1), 77–86.

Adlassnig, W., Peroutka, M., Lambers, H., & Lichtscheidl, I. K. (2005). The Roots of Carnivorous Plants. *Plant and Soil*, *274*(1–2), 127–140. <https://doi.org/10.1007/s11104-004-2754-2>

Alcalá, R. E., & Domínguez, C. A. (2017). Biología de las plantas carnívoras: aspectos ecológicos y evolutivos. *Botanical Sciences*, *69*(60), 59. <https://doi.org/10.17129/botsci.1519>

Álvaro Azofoifa-Delgado. (2006). REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA USO DE MARCADORES MOLECULARES EN PLANTAS ; APLICACIONES EN FRUTALES DEL TRÓPICO 1. *17*(2).

Biology, G., & Access, E. A. (2015). Genome-wide analysis of adaptive molecular evolution in the carnivorous plant. <https://doi.org/10.1093/gbe/evu288>

Caravieri, F. A., Ferreira, A. J., Ferreira, A., Clivati, D., de Miranda, V. F. O., & Araújo, W. L. (2014). Bacterial community associated with traps of the carnivorous plants *Utricularia hydrocarpa* and *Genlisea filiformis*. *Aquatic Botany*, *116*, 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2013.12.008>

Cook, C. D. K., & Taylor, P. (1991). The Genus *Utricularia*: A Taxonomic Monograph. *Kew Bulletin Additional Series XIV*. *Kew Bulletin*, *46*(1), 183. <https://doi.org/10.2307/4110760>

Crespo, M. B., Martínez-azorín, M., Alonso-vargas, M. Á., Crespo, M. B., & Martínez-azorín, M. (2018). all Aspects of Plant Biology Morphological and molecular data support recognition of a new rupicolous species of *Pinguicula* (*Lentibulariaceae*) from the Iberian Peninsula of *Pinguicula* (*Lentibulariaceae*) from the Iberian Peninsula. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, *3504*(May), 1–11. <https://doi.org/10.1080/11263504.2018.1461702>

Darwin C. 1875. *Insectivorous Plants*. John Murray, London.

Díaz, Y. C. A., Varani, A. M., Michael, T. P., & Miranda, V. F. O. (2017). Development of microsatellite markers for the carnivorous plant *Genlisea aurea* (*Lentibulariaceae*) using genomics data of NGS. *Molecular Biology Reports*, *0*(0), 0. <https://doi.org/10.1007/s11033-017-4140-1>

Ellison, A. M., & Gotelli, N. J. (2009). Energetics and the evolution of carnivorous plants - Darwin's "most wonderful plants in the world." In *Journal of Experimental Botany* (Vol. 60, Issue 1). <https://doi.org/10.1093/jxb/ern179>

- Em, G., Malpighia, A., Fernanda, M., Salla, S., Ruas, C. D. E. F., Maurício, P., & Valéria, R. E. (2002). USO DE MARCADORES MOLECULARES NA ANÁLISE DA VARIABILIDADE. 1, 15–22.
- Fernández-Pérez, A. (1964). PLANTAS INSECTIVORAS, I: LENTIBULARIACEAS DE COLOMBIA Y PERU. *Caldasia*, 9(41), 5–79, 81–84.
- Greilhuber, J., Borsch, T., Müller, K., Worberg, A., Porembski, S., & Barthlott, W. (2006). Smallest angiosperm genomes found in Lentibulariaceae, with chromosomes of bacterial size. *Plant Biology*, 8(6), 770–777. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924101>
- Hatcher, C. R., Ryves, D. B., & Millett, J. (2020). The function of secondary metabolites in plant carnivory. *Annals of Botany*, 125(3), 399–411. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz191>
- Hrdina, A., & Romportl, D. (2017). Evaluating Global Biodiversity Hotspots-Very Rich and even More Endangered. *Journal of Landscape Ecology(Czech Republic)*, 10(1), 108–115. <https://doi.org/10.1515/jlecol-2017-0013>
- Idrees, M., & Irshad, M. (2015). Molecular Markers in Plants for Analysis of Genetic Diversity : A Review Molecular Markers in Plants for Analysis of Genetic Diversity : A Review. March.
- Ignal, A. V., & Ilan, D. M. (2002). A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. 34, 275–305. <https://doi.org/10.1051/gse>
- Lloyd, F. E. (1976). *The Carnivorous Plants*.
- Lustofin, K., Świątek, P., Miranda, V. F. O., & Płachno, B. J. (2020). Flower nectar trichome structure of carnivorous plants from the genus butterworts *Pinguicula* L. (Lentibulariaceae). *Protoplasma*, 257(1), 245–259. <https://doi.org/10.1007/s00709-019-01433-8>
- Marris, E. (2010). Conservation: Biodiversity as a bonus prize. *Nature*, 468(7326), 895. <https://doi.org/10.1038/468895a>
- Matías, E., Guzmán, M., & Inguicula, P. L. (2005). Embriología de las estructuras reproductoras masculinas del género *Pinguicula* L. (Lentibulariaceae).
- McPherson, S. (2010). *Carnivorous Plants and Their Habitats: Volume One*.
- Müller, K., Borsch, T., Legendre, L., Porembski, S., Theisen, I., & Barthlott, W. (2004). Evolution of carnivory in lentibulariaceae and the lamiales. *Plant Biology*, 6(4), 477–490. <https://doi.org/10.1055/s-2004-817909>
- Orsch, T. H. B., Arthlott, W. I. B., Teiger, J. U. S., Archant, A. D. A. M. M., & Egendre, L. A. L. (2005). Phylogenetic analysis of *Pinguicula* (Lentibulariaceae): chloroplast DNA sequences and morphology support several geographically distinct radiations. 92(10), 1723–1736.
- Płachno, B. J., Adamec, L., Lichtscheidl, I. K., Peroutka, M., Adlassnig, W., & Vrba, J. (2006). Fluorescence Labelling of Phosphatase Activity in Digestive Glands of Carnivorous Plants. *Plant Biology*, 8(6), 813–820. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924177>
- Płachno, Bartosz J., Łukaszek, M., Wołowski, K., Adamec, L., & Stolarczyk, P. (2012). Aging of *Utricularia* traps and variability of microorganisms associated with that microhabitat. *Aquatic Botany*, 97(1), 44–48. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2011.11.003>

- Płachno, Bartosz Jan, Kozieradzka-Kiszkurno, M., & Świątek, P. (2007). Functional ultrastructure of *Genlisea* (Lentibulariaceae) digestive hairs. *Annals of Botany*, 100(2), 195–203. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm109>
- Profile, S. E. E. (2014). MOLECULAR CHARACTERIZATION OF SOME CLOSELY RELATED SPECIES OF *UTRICULARIA* L. USING INTER-SSR MARKERS. December 2003.
- Silva, Saura R., Alvarenga, D. O., Aranguren, Y., Penha, H. A., Fernandes, C. C., Pinheiro, D. G., Oliveira, M. T., Michael, T. P., Miranda, V. F. O., & Varani, A. M. (2017). The mitochondrial genome of the terrestrial carnivorous plant *Utricularia reniformis* (Lentibulariaceae): Structure, comparative analysis and evolutionary landmarks. *PLoS ONE*, 12(7), 1–26. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180484>
- Silva, Saura R., Pinheiro, D. G., Penha, H. A., Płachno, B. J., Michael, T. P., Meer, E. J., Miranda, V. F. O., & Varani, A. M. (2019). Intraspecific variation within the *utricularia amethystina* species morphotypes based on chloroplast genomes. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(24), 1–19. <https://doi.org/10.3390/ijms20246130>
- Silva, Saura Rodrigues, Płachno, B. J., Medeiros Carvalho, S. G., & Oliveira Miranda, V. F. (2020). *Genlisea hawkingii* (Lentibulariaceae), a new species from Serra da Canastra, Minas Gerais, Brazil. *PLoS ONE*, 15(1), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226337>
- Sirová, D., Borovec, J., Černá, B., Rejmánková, E., Adamec, L., & Vrba, J. (2009). Microbial community development in the traps of aquatic *Utricularia* species. *Aquatic Botany*, 90(2), 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.07.007>
- Vu, G. T. H. (2015). Metatranscriptome analysis reveals host-microbiome interactions in traps of carnivorous *Genlisea*. 6(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00526>
- Young, J., Watt, A., Nowicki, P., Alard, D., Clitherow, J., Henle, K., Johnson, R., Laczko, E., McCracken, D., Matouch, S., Niemela, J., & Richards, C. (2005). Towards sustainable land use: Identifying and managing the conflicts between human activities and biodiversity conservation in Europe. *Biodiversity and Conservation*, 14(7), 1641–1661. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-0536-z>