

<https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i53.57972>

## ¿Qué, dónde y por quién se ha publicado sobre fisiología vegetal en la *Revista de Biología Tropical*? [2000-2022]

Junior Pastor Pérez-Molina<sup>1,2</sup>;  <https://orcid.org/0000-0001-7270-104X>

Roberto A. Cordero-Solórzano<sup>1\*</sup>;  <https://orcid.org/0000-0002-3396-0599>

1. Laboratorio de Ecología Funcional y Ecosistemas Tropicales (LEFET), Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Omar Dengo Campus, Heredia, Costa Rica; roberto.cordero.solorzano@una.cr, junior.perez.molina@una.cr (\*Correspondencia)
2. Laboratorio de Biología Funcional, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 11501-2060, San Pedro, Costa Rica; junior.perezmolina@ucr.ac.cr

Recibido 11-VIII-2023. Corregido 20-XI-2023. Aceptado 08-XII-2023.

### RESUMEN

**Introducción:** La fisiología vegetal tiene un impacto mundial en términos de publicaciones dada la significancia de sus investigaciones en el desempeño de las plantas, ya sea en sus mecanismos, eficiencia, adaptabilidad, genética y evolución. Al mismo tiempo, la Revista de Biología Tropical (RBT) es una de las más importantes revistas científicas originarias de la región neotropical, y este año llega a sus setenta años de creación y publicación continúa.

**Objetivo:** Identificar los temas, procedencia, equidad de género e impacto de las publicaciones en RBT en el área de fisiología vegetal.

**Métodos:** Se seleccionaron todos los artículos de la RBT desde Web of Science entre 2020—2022. De este grupo de artículos, uno a uno se escogieron los artículos con alguna relación con la fisiología vegetal (n= 170). Posteriormente, se determinó el número total de citas y el número de artículos por país de afiliación del autor. Calculamos el índice de equidad de sexo por artículo como el número de autoras entre el total de autores. Finalmente, se graficaron las frecuencias y se aplicaron análisis de  $\chi^2$ .

**Resultados:** La fitoquímica predominó con el 25.3% de los artículos, seguido por germinación—semillas (20 %), cultivo de tejidos—embriogénesis somática—biotecnología (17.6 %) y fisiología del estrés (10.6%). El tópico de la fenología destacó con la mayor cantidad de citas por artículo (10.33), seguido por fitoquímica (8.98), patología vegetal y fisiología del estrés (8.57 y 8.56, respectivamente). La mayor parte de las publicaciones provienen de Costa Rica, seguidas por Colombia y México. Finalmente, solo el 38.6 % de las mujeres participan en publicaciones de fisiología vegetal.

**Conclusiones:** Pese al bajo número de publicaciones sobre fisiología vegetal en los últimos 22 años, la RBT sigue la tendencia internacional sobre los tópicos actualmente investigados y representa un recurso importante para la difusión en estos temas de los países neotropicales. Finalmente, las publicaciones en fisiología vegetal del siglo XXI continúan con una menor representación femenina.

**Palabras clave:** afiliación de los autores; análisis bibliométrico; botánica; citas; origen geográfico; fitoquímica; índice de equidad de sexo.



## ABSTRACT

### What, from where, and by whom has been published in plant physiology in the *Revista de Biología Tropical*? [2000-2022]

**Introduction:** Plant physiology has a global impact in terms of publications given the significance of its research on the performance of plants, whether in their mechanisms, efficiency, adaptability, genetics, and evolution. At the same time, *Revista de Biología Tropical* (RBT) is one of the most important scientific journals originating from the neotropical region, and this year it reaches its seventy years of creation and continuous publication.

**Objective:** To identify the topics, provenance, gender equity, and impact of the RBT publications in plant physiology.

**Methods:** We selected all RBT articles from *Web of Science* between 2000-2022. From this group of articles, one by one we chose articles with some relation to plant physiology (n= 170). Subsequently, we determined the total number of citations per article by the number of articles per author's country of affiliation. We calculated the sex equity index per article as the number of female authors among the total authors. Finally, we plotted the frequencies and applied  $\chi^2$  analysis.

**Results:** Phytochemistry predominated with 25.3% of the articles, followed by germination-seedlings (20 %), tissue culture-somatic embryogenesis-biotechnology (17.6 %), and stress physiology (10.6 %). The phenology topic stood out with the highest number of citations per article (10.33), followed by phytochemistry (8.98), plant pathology and stress physiology (8.57 and 8.56, respectively), tissue culture (8.33), and ecomorphology (8.09). Most of the publications were from Costa Rica, followed by Colombia and Mexico. Finally, only 38.6 % of the authors that participate in plant physiology publications are women.

**Conclusions:** Despite the low number of publications on plant physiology in the last 22 years, the RBT follows the international trend on the topics currently investigated and represents an important focus for the dissemination of these topics in Neotropical countries. Finally, plant physiology in the 21<sup>st</sup> century is still biased towards a low female participation.

**Key words:** authors' affiliation; bibliometric analysis; botany; citations; geographical origin; phytochemistry; sex equity index.

## INTRODUCCIÓN

La *Revista de Biología Tropical* (RBT) que inició en 1953 con un fuerte énfasis en publicaciones en medicina tropical, publicó los primeros artículos científicos en fisiología vegetal desde su tercer volumen, en 1955, con dos artículos seguidos en la rama de fisiopatología vegetal sobre dos enfermedades causadas por hongos: las llagas del café de Carlos Bianchini y sobre los cánceres de tronco y tallo también en café por Eddie Echandi (Bianchini, 1953; Echandi, 1953). Dos años después, se publicó un tercer artículo que abordó la misma temática (Echandi, 1957). En el presente siglo, la investigación en fisiología vegetal y sus ramas lleva muchas décadas de altísima producción científica a nivel global. Después de la segunda mitad del siglo XX, el enlace entre la biología vegetal y la genética, cuyo propósito fundamental radicó en el mejoramiento genético de las cosechas, constituyó el avance más significativo

que se puede adjudicar a la fisiología vegetal a través del mejoramiento genético en productividad y la emergencia de la biotecnología vegetal (Moose & Mumm, 2008). Sin embargo, Mifflin (2000) rechazó que este enlace haya sido realmente significativo en la aparición de grandes avances. Se ha mencionado que el gran cambio en la fisiología clásica del siglo XX a la actual ha sido el concepto de que todo se puede estudiar a nivel molecular y su alto componente experimental (Allen, 2017). A medida que la tecnología y la investigación han avanzado, la fisiología vegetal ha emergido como un campo esencial para abordar los desafíos contemporáneos.

La fisiología vegetal se origina como un pilar del conocimiento de los procesos fundamentales que gobiernan la vida y el desarrollo de las plantas. Un ejemplo emblemático de la promoción y la difusión de este conocimiento es la RBT, que en sus setenta años de trayectoria continúa contribuyendo al entendimiento

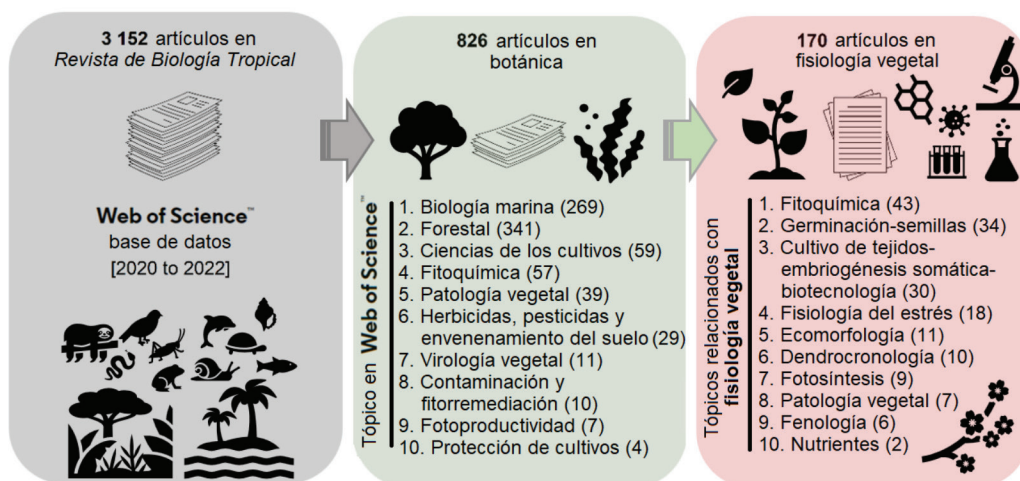
del funcionamiento de la flora neotropical y su entorno. En este contexto, el objetivo de este estudio fue identificar tendencias temáticas, procedencia, equidad de sexo e impacto en las publicaciones de la RBT entre 2000—2022. Las preguntas específicas fueron: i) ¿Cuántos y qué artículos científicos se ha publicado en este periodo?; ii) ¿De dónde proceden los artículos científicos?; iii) ¿Trabajan en equipo los investigadores?; y iv) ¿Cuál es la participación femenina en los artículos científicos? Para lograrlo, se trazó una línea base que abarca la identificación de temas preponderantes, el análisis de procedencia geográfica de los autores y afiliaciones, la evaluación de equidad de sexo en la coautoría y la medición del impacto científico en términos de citas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Recopilación de los artículos:** Se seleccionaron todos los artículos científicos de la RBT desde la base de datos de *Web of Science* entre 2000 y 2022 en inglés o español (n= 3 152 artículos; Fig. 1). Luego, se eligieron los artículos que estuvieran incluidos en el área temática de la botánica, mediante la selección de los mesotópicos definidos en este repositorio y que tuvieron algún vínculo con la

botánica (n= 826). De este último grupo de artículos, uno a uno se escogieron los artículos con alguna relación con la fisiología vegetal usando como referencia el título y resumen de los artículos (n= 170). Posteriormente, se reclasificaron en diez tópicos, los cuales fueron: 1) fitoquímica, 2) germinación—semillas, 3) cultivo de tejidos/embriogénesis somática/biotecnología, 4) fisiología del estrés, 5) ecomorfología, 6) dendrocronología, 7) fotosíntesis, 8) patología vegetal, 9) fenología y 10) nutrientes. Estos tópicos fueron definidos con base en la consulta de los títulos y resúmenes de cada uno de los artículos; en la Tabla 1 se incluyen las temáticas consideradas para cada uno de los tópicos anteriores.

**Procesamiento y análisis de datos:** Se obtuvo el número total de citas y la media de citas por artículo para cada uno de los tópicos relacionados con la fisiología vegetal desde la base de datos de *Web of Science*. De esta manera se analizó el impacto que tiene cada tópico dentro de la RBT. Se determinó el número de artículos por país de afiliación del autor y establecimos el número de autores por institución de la afiliación del autor para conocer la procedencia de los artículos científicos. Además, se calculó el número de artículos por número de



**Fig. 1.** Selección de los artículos científicos en fisiología vegetal publicados en la *Revista de Biología Tropical* [2000—2022]. Los números entre paréntesis muestran el total de artículo. / **Fig. 1.** Selection of scientific articles in plant physiology published in the *Revista de Biología Tropical* [2000—2022]. Numbers in parentheses show total item.

**Tabla 1**

Clasificación de los 170 artículos científicos de fisiología vegetal publicados en la *Revista de Biología Tropical* [2020—2022].  
**Table 1.** Clasificación de los 170 artículos científicos de fisiología vegetal publicados en la *Revista de Biología Tropical* [2020—2022].

Tópicos relacionados con fisiología vegetal	Temática considerada	Número de publicaciones (%)	Citas totales §	Media de citas por artículo
1. Fitoquímica	Antioxidantes, bioprospección, histoquímica y fisicoquímica.	43 (25.3)	386	8.98
2. Germinación-semillas	Latencia, germinación, longevidad, morfología de las semillas, almacenamiento de las semillas y viabilidad.	34 (20.0)	247	7.26
3. Cultivo de tejidos-embriogénesis somática-biotecnología	Formación de callos, suspensión celular, criopreservación, hormonas de crecimiento, cultivos <i>in vitro</i> , genética molecular, micropropagación, organogénesis y transformación.	30 (17.6)	250	8.33
4. Fisiología del estrés	Sequía, metales pesados, factores físicos, salinidad, resistencia y tolerancia.	18 (10.6)	154	8.56
5. Ecomorfología	Asignación, rasgos funcionales, crecimiento, morfometría y plasticidad fenotípica.	11 (6.5)	89	8.09
6. Dendrocronología	Dendroclimatología, respuesta de crecimiento y anillos de crecimiento.	10 (5.9)	70	7.00
7. Fotosíntesis	Adquisición, asimilación e intercambio de gases.	9 (5.3)	39	4.33
8. Patología vegetal	Enfermedades bacterianas, hongos, histopatología, infección e insectos.	7 (4.1)	60	8.57
9. Fenología	Crecimiento, reclutamiento y dispersión de semillas.	6 (3.5)	62	10.33
10. Nutrientes	Macro y micronutrientes, edáficos y foliares	2 (1.2)	2	1.00
Total		170 (100)	1359	72.5

§: número de citas totales desde todas las bases de datos, información tomada desde *Web of Science*.

autores, con el fin de determinar si los investigadores en fisiología vegetal publican de manera individual o colaboran en grupo.

Por otra parte, otra de las metas fue determinar si existe una equidad de sexo en la coautoría de los artículos científicos. Se usó *ChatGPT* (OpenAI, 2021) para la determinación del sexo de todas las personas autoras en los 170 artículos (n= 641 autores); se consideró como información de entrada el nombre completo y apellidos. *ChatGPT* en su algoritmo estableció el posible origen geográfico del nombre y apellidos para posteriormente brindar con la mejor precisión si el sexo es masculino o femenino. Solo 25 de 616 autores no fue posible discernir el sexo más probable, debido a que solo se contaba con las siglas del nombre o resultaba de un nombre ambigüero.

Se realizó una comprobación al azar más de 300 autores para validar la clasificación de sexo de *ChatGPT*, donde se confirmó un 100% de aciertos. A partir de esa información, se calculó un índice de equidad de sexo ( $E$ ) que consistió en dividir el número de autoras entre el total de autores (masculinos y femeninos) por artículos ( $E = \frac{\text{♀}}{\text{♂} + \text{♀}}$ ), donde valores cercanos a 1 indican una participación completamente femenina, 0.5 participación equitativa entre femenina y masculina, y 0 indica una participación completamente masculina. Finalmente, se elaboró histogramas de frecuencia de  $E$  para intervalos de clase cada 0.1 y 0.2, y se calculó la media de la  $E$  por número de autores por artículo. Se aplicó análisis de  $\chi^2$  para el número de artículos científicos y el índice de equidad de sexo para el número de autores por artículo.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el lenguaje de programación R, versión 4.1.0 (R Core Team, 2022) con un nivel de significación de  $\alpha = 0,05$ .

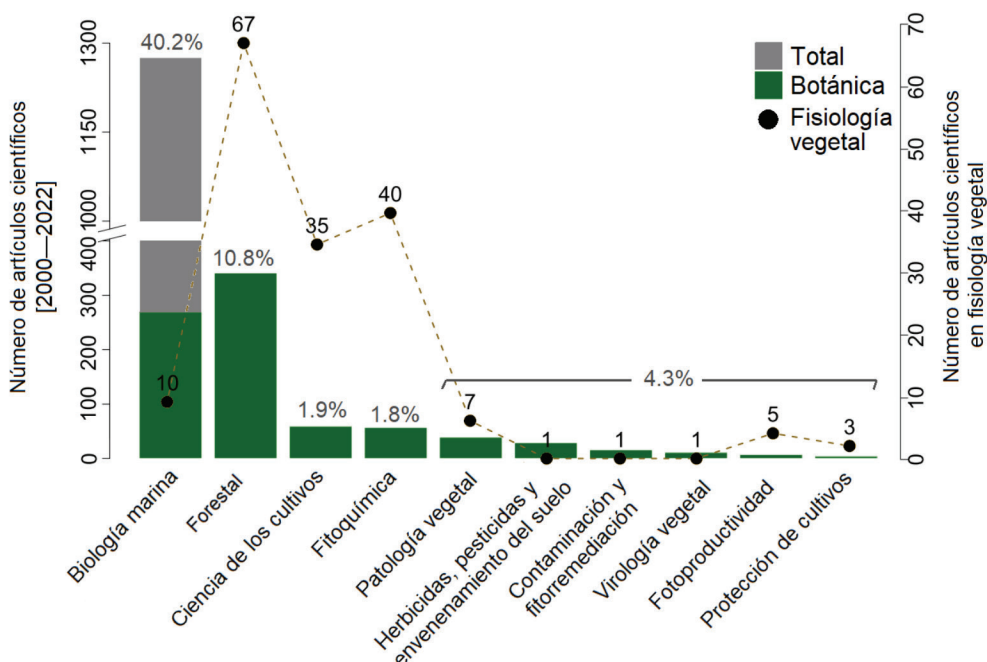
## RESULTADOS

### ¿Cuántos y qué artículos científicos se publican en la RBT sobre fisiología vegetal?

De los 3 152 artículos científicos publicados entre 2000—2022 por la RBT, el 59 % de los artículos están distribuidos en 10 mesotópicos definidos por *Web of Science* (Fig. 2) con alguna relación con la botánica. Los mesotópicos relacionados con la biología marina y forestal representaron el 51 % de todos los artículos, seguido por la ciencia de los cultivos (1.9 %) y la fitoquímica (1.8 %), y los restantes tópicos fueron el 4.3 % de los artículos. Después de una

selección uno a uno de los artículos, solo 826 tuvieron una relación directa con la botánica, lo que representó el 26.2 %, y de este grupo de artículos el 20.6 % presentaron tópicos relacionados con la fisiología vegetal (170 artículos).

De los 170 artículos de fisiología vegetal en los 10 tópicos (Tabla 1), los primeros cuatro tópicos representaron el 73.5 % de todos los artículos: fitoquímica predominó con el 25.3%, seguido por germinación—semillas (20 %), cultivo de tejidos—embriogénesis somática—biotecnología (17.6 %) y fisiología del estrés (10.6 %). Los demás tópicos tuvieron  $\leq 6.5$  % de artículos. En relación con la media de citas por artículo, el tópico de la fenología con tan solo seis artículos destaca con la mayor cantidad de citas por artículo (10.33), seguido por fitoquímica (8.98), patología vegetal y fisiología de estrés (8.57 y 8.56, respectivamente), cultivo



**Fig. 2.** Número de artículos científicos publicados en la *Revista de Biología Tropical* [2000-2022] a partir de las temáticas definidas por la base de datos *Web of Science*. Las barras verdes son la clasificación de artículos en la disciplina de la botánica (n= 826 artículos) y los círculos muestran el número total de artículos clasificados en las líneas de investigación de la fisiología vegetal (n= 170 artículos, ver detalles en la Tabla 1). / **Fig. 2.** Number of scientific articles published in the *Revista de Biología Tropical* [2000-2022] based on the topics defined by the *Web of Science* database. The green bars are the classification of articles in the discipline of botany (n= 826 articles) and the circles show the total number of articles classified in the research lines of plant physiology (n= 170 articles, see details in Table 1)



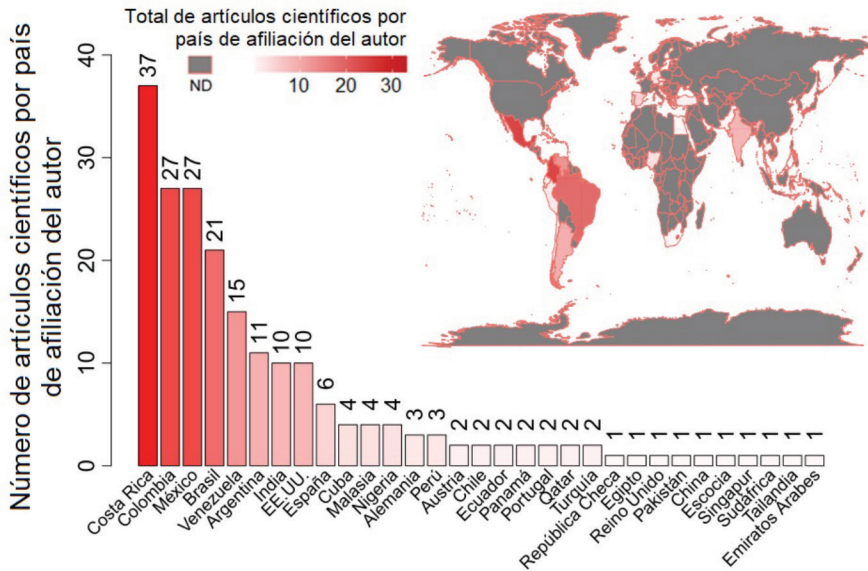


Fig. 3. Número de artículos científicos en fisiología vegetal por país de la afiliación de los autores (n= 170 artículos totales). / Fig. 3. Number of scientific articles in plant physiology by country of affiliation of the authors (n= 170 total articles).

de tejidos (8.33) y ecomorfología (8.09). Todos los demás tópicos tuvieron <8 citas por artículo.

**¿De dónde proceden los artículos científicos?** Tal y como su nombre lo indica, la RBT produce mayoritariamente artículos científicos en fisiología vegetal generados en América Latina (Fig. 3). Tal y como se esperaba, la mayor parte de las publicaciones provienen de Costa Rica, seguidas muy de cerca por Colombia y México. Brasil y Venezuela se colocan en el cuarto y quinto lugar, confirmando que las contribuciones en fisiología vegetal provienen de la región neotropical de América Latina. Del resto de Centroamérica, solo aparece Panamá en la lista. El resto de los continentes están representados por algunos países de habla castellana. Muy pocas publicaciones proceden de países que son potencias mundiales en la producción de ciencia en fisiología vegetal como Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y China.

Las instituciones de procedencia de la autoría de los artículos reflejan de manera directa la distribución geográfica de la Fig. 3 (Tabla 2). De manera significativa, los autores provienen

mayoritariamente de la Universidad de Costa Rica, seguida de largo por artículos de autores de la Universidad Nacional (Tabla 2). Instituciones de Colombia, Argentina, México, Brasil y Venezuela dominaron el tope de la lista y aparecen con más de cuatro instituciones y universidades de cada uno de estos países. El 25.7 % de las afiliaciones proceden de Costa Rica.

**¿Trabajan en equipo los investigadores en fisiología vegetal?** En definitiva, la fisiología vegetal regional se publica predominantemente en grupos de tres y cuatro investigadores (22.9 % y 25.3 % de los artículos, respectivamente;  $\chi^2= 154.6$ ,  $P<0.05$ ; Fig. 4), seguido por dos autores (18.2 %). Publicaciones con un solo autor (7.6%) o entre 5—8 autores (10—2.4 %) tuvieron una baja frecuencia observada; publicaciones con 9—11 autores fueron raras con una sola publicación.

**¿Cuál es la participación femenina en los artículos científicos sobre fisiología vegetal?** Solo el 38.6 % de los autores que participaron en publicaciones de fisiología vegetal fueron

**Tabla 2**

Afiliación de los autores de los 170 artículos científicos de fisiología vegetal publicados en la *Revista de Biología Tropical* [2020—2022] (sólo afiliación con >2 autores). **Table 2.** Affiliation of the authors of the 170 scientific articles on plant physiology published in the *Revista de Biología Tropical* [2020—2022] (only affiliation with >2 authors).

Afiliación de los autores	Número de autores (%)
Universidad Costa Rica	30 (17.6)
Colegio de Postgraduados México	7 (4.1)
Universidad Nacional de Colombia	7 (4.1)
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina	6 (3.5)
Universidad de Oriente, Venezuela	6 (3.5)
Universidad Nacional Autónoma de México	6 (3.5)
Universidad Nacional Costa Rica	6 (3.5)
Universidad Industrial de Santander, Colombia	5 (3.0)
Universidade de São Paulo (USP), Brasil	5 (3.0)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Brazil	4 (2.4)
Indian Council of Agricultural Research (ICAR)	4 (2.4)
Simon Bolivar University, Venezuela	4 (2.4)
Universidad Nacional Salta, Argentina	4 (2.4)
Universidad Veracruzana, México	4 (2.4)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil	4 (2.4)
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España	3 (2.4)
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Colombia	3 (2.4)
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Costa Rica	3 (2.4)
Universidad Autónoma Chapingo, México	3 (2.4)
Universidad Zulia, Venezuela	3 (2.4)
Universidad Autónoma Metropolitana, México	3 (2.4)
Universidad de Antioquia, Colombia	3 (2.4)
Universidad del Valle, Costa Rica	3 (2.4)
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México	3 (2.4)
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	3 (2.4)
Universidade Federal de Lavras (UFL), Brasil	3 (2.4)
Universiti Sains Malaysia	3 (2.4)
Universidad de los Andes, Venezuela	3 (2.4)

Afiliación de 166 autores (de 194) con 2 o más autores desde 9 países (de 22 países); 3 autores sin afiliación o 1,76% registros sin datos.

mujeres (238 de 616 autores;  $\chi^2= 31.4$ ,  $P<0.05$ ). Publicaciones con solo autoras fueron 15, en contraste con 40 artículos de solo autores masculinos ( $\chi^2= 10.5$ ,  $P<0.05$ ). Además, solo tres artículos fueron escritos por una autora en comparación con siete artículos que fueron publicados con un solo autor masculino. Se observó que la equidad de sexo por artículo está sesgada hacia una dominancia claramente masculina ( $\chi^2= 34.2$ ,  $P<0.05$ ; Fig. 5A) y en promedio por número de autores por artículo consideró una mayor participación masculina

que femenina (Fig. 5B); lo más cercano a una equidad de sexo ( $\sim 0.5$ ) fueron los artículos con la participación de tres o cuatro autores (0.44 y 0.43, respectivamente).

## DISCUSIÓN

Los primeros hallazgos delimitan un panorama diverso en temáticas de la fisiología vegetal en la RBT. Temáticas como la fitoquímica, germinación de semillas, cultivo de tejidos y fisiología del estrés emergen

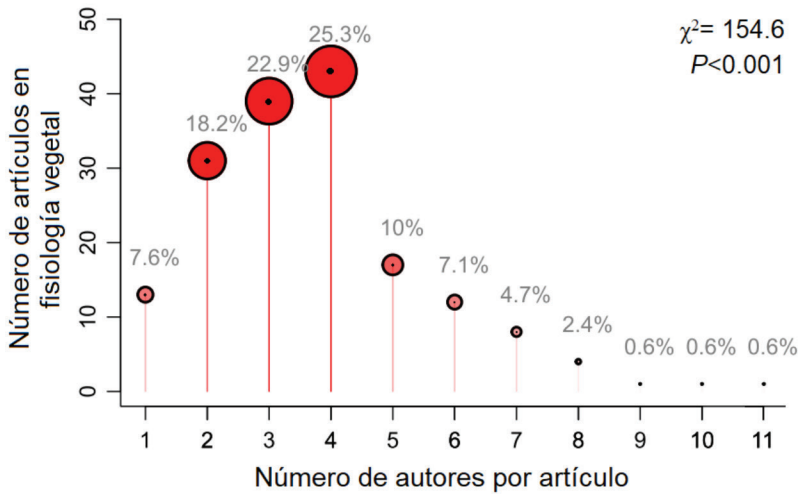


Fig. 4. Número de artículos científicos en fisiología vegetal por número de autores por artículo (n= 639 total de autores). / Fig. 4. Number of scientific articles in plant physiology by country of affiliation of the authors (n= 170 total articles).

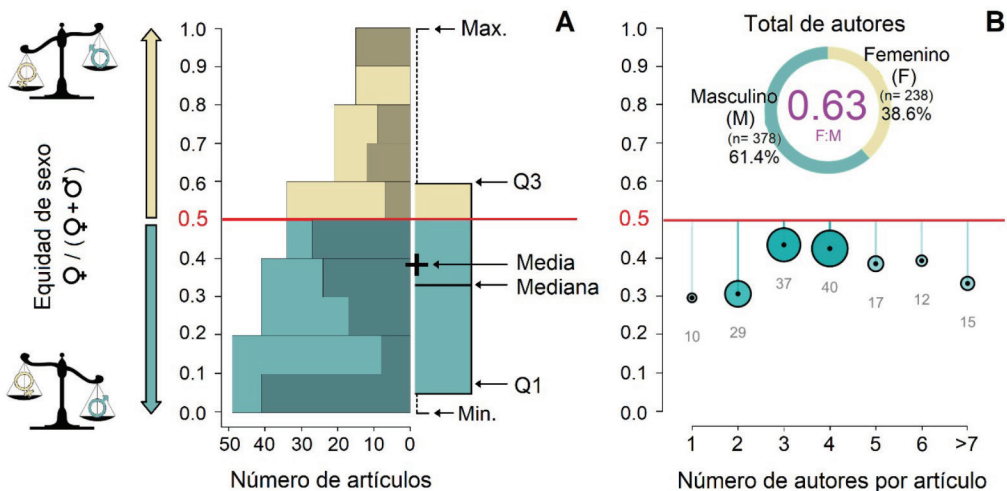


Fig. 5. Participación femenina en los artículos científicos de fisiología vegetal. A) Histograma de frecuencia de rango de intervalo de clases cada 0.1 y 0.2 del índice de equidad de sexo por artículo científicos (valores cercanos a 1 representan una alta participación femenina, alrededor de 0.5 muestran una participación equitativa de ambos sexos y cercano a 0 muestran una alta participación masculina); y B) Índice de equidad de sexo por número de autores por artículo ( $\chi^2 = 31.4, P < 0.001$ ). Números en color gris son el número total de artículos (n= 160 artículos). / Fig. 5. Participación femenina en los artículos científicos de fisiología vegetal. A) Histograma de frecuencia de rango de intervalo de clases cada 0.1 y 0.2 del índice de equidad de sexo por artículo científicos (valores cercanos a 1 representan una alta participación femenina, alrededor de 0.5 muestran una participación equitativa de ambos sexos y cercano a 0 muestran una alta participación masculina); y B) Índice de equidad de sexo por número de autores por artículo ( $\chi^2 = 31.4, P < 0.001$ ). Números en color gris son el número total de artículos (n= 160 artículos).

como ejes dominantes de investigación en esta revista. El análisis bibliométrico tan específico para la fisiología vegetal permite obtener algunos patrones generales del comportamiento

antropológico en esta rama de las ciencias biológicas. Primero, se determinó un alto porcentaje de artículos de la rama de la botánica en todas las áreas de la ciencia publicados en RBT en sus



últimos 22 años. Sin embargo, las temáticas de fisiología vegetal solo representan el 20% de todos los temas botánicos. La fisiología vegetal se destaca por su alto componente experimental, lo que sugiere que, como ciencia predictiva, aún se encuentra en su etapa de desarrollo en la región. Segundo, las temáticas mejor representadas en este periodo coinciden plenamente con el grueso de los estudios fisiológicos a nivel mundial, como lo son las temáticas forestales, la ciencia de los cultivos y la fitoquímica (Moose & Mumm, 2008). El neotrópico está claramente diferenciado por su potencial forestal, agrícola y el estudio de compuestos secundarios, y esto parece estar relacionado con el énfasis de las publicaciones en estos temas. Tercero, estudios muy recientes sobre la fisiología y bioquímica del señalamiento en plantas y la formación de asociaciones con microorganismos encabezan la innovación en la fisiología vegetal del siglo XXI (López, 2017). Las y los científicos parecen no publicar sobre estos temas innovadores en RBT, lo que no significa que no lo hagan en otras revistas mayormente especializadas.

Paralelamente a lo esperado, la distribución geográfica y afiliación de los autores revela una predominancia de contribuciones provenientes de Costa Rica, Colombia y México. En seguimiento a la temática intrínseca de la revista, la producción de artículos en fisiología vegetal es predominantemente generada en América Latina. Brasil y Venezuela ocupan posiciones secundarias, confirmando la centralidad de la región neotropical en esta disciplina. Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y China, tienen una participación mínima en la producción de la RBT. No obstante, esta situación no refleja discrepancias en las temáticas globales actualmente investigadas por la RBT, lo que coloca a los países de América Latina no muy distante de las tendencias globales. La representación institucional de los coautores coloca a la Universidad de Costa Rica como un epicentro de producción, seguida de cerca por la Universidad Nacional. Claramente la procedencia de las instituciones se enmarca en el contexto de los estudios neotropicales de América.

En cuanto al trabajo en equipo en el campo de la fisiología vegetal, los resultados sugieren una tendencia hacia la colaboración. Los grupos de tres y cuatro investigadores lideran la coautoría, representando alrededor del 48.2% de los artículos. Las investigaciones con dos autores equivalen al 18.2% de los trabajos. Sin embargo, se observa una menor frecuencia de publicaciones con un solo autor (7.6%), así como una presencia limitada de publicaciones con equipos más grandes (9-11 autores). Estos hallazgos sugieren las colaboraciones entre diferentes especializaciones en el ámbito de la fisiología vegetal.

En este joven siglo XXI, surgen nuevos énfasis y enfoques donde la fisiología vegetal tiene el potencial de impactar. Es posible mencionar al menos cinco ramas prioritarias que se pueden traducir como retos de la investigación en fisiología vegetal tropical en el siglo XXI, como lo son el cambio climático, el mejoramiento de cultivos, el uso eficiente del agua, la nutrición vegetal, las interacciones planta-microorganismo y la adopción de tecnologías emergentes (World Meteorological Organization [WMO], 2022; WMO, 2023). Estos desafíos contienen un común denominador, que es la necesidad de mejorar e investigar cómo las plantas siguen respondiendo al ambiente cada vez más cambiante y cómo esta lucha se traduce en su bienestar y, antropológicamente hablando, en la productividad de cosechas y la seguridad alimentaria (Dupar, 2020; Masson-Delmotte et al., 2020).

Por otra parte, históricamente la fisiología vegetal estuvo comandada por hombres. Por ejemplo, el comentario por la conmemoración del 50 aniversario de la fisiología vegetal en los Estados Unidos de América, aparecido en la revista *"American Journal of Botany"* escrito por Went (1957), menciona *"but, these men have earned their emeritate and should not be called upon to perform still further tasks which we younger men can do by looking up the records of their performances"*. Este comentario claramente asigna la fisiología de la época como una función hegemónicamente masculina y su mantenimiento en el tiempo. A pesar de los



esfuerzos en la época actual para eliminar la brecha de la infrarrepresentación de las mujeres en los campos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), no ha habido realmente cambios significativos de este fenómeno (Cheryan et al., 2017; Stoet & Geary, 2018). En la actualidad, las mujeres obtienen el 50% de los títulos universitarios en los campos de biología, química y matemáticas (National Science Foundation, 2014), pero esto no se ve reflejado en las coautorías de las investigaciones. Tal como lo muestra este análisis bibliométrico, la coautoría femenina del 38.9 % aún es deficiente en la actualidad, pero representa un pequeño logro en la equidad de sexo al nivel global.

De esta investigación se puede concluir que, a pesar del modesto número de publicaciones en fisiología vegetal en los últimos años, la RBT refleja las tendencias globales actuales. Además, en las últimas dos décadas la participación femenina en publicaciones de fisiología vegetal ha sido limitada, identificando un sesgo hacia una mayor presencia masculina. Estos resultados perfilan un contexto en el cual la fisiología vegetal, si bien arraigada, sigue enfrentando el desafío de la equidad de sexo, la inclusión de temáticas innovadoras y con mayores tecnologías de punta y un aumento de la representación de las investigaciones de otros países latinoamericanos. Se espera que este análisis ofrezca una visión panorámica de la fisiología vegetal en la RBT, resaltando su importancia y temáticas de desarrollo actual y futuro.

**Declaración de ética:** los autores declaran que todos están de acuerdo con esta publicación y que han hecho aportes que justifican su autoría; que no hay conflicto de interés de ningún tipo; y que han cumplido con todos los requisitos y procedimientos éticos y legales pertinentes. Todas las fuentes de financiamiento se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Fondo Institucional para el Desarrollo Académico de la Universidad Nacional—Costa Rica, por los tiempos designados a investigación a J.P.P-M. y R.A.C-S para la elaboración de este estudio: Red de Laboratorios de Fisiología Vegetal y Mejoramiento Genético—SIA 0433-21, LEFET—SIA 0156-18, Proyecto SIA 0597-19 y Proyecto SATAR—SIA 0600-19.

## REFERENCIAS

- Allen, G. E. (2017). *La ciencia de la vida en el siglo XX*. Fondo de Cultura Económica. <https://fondodeculturaeconomica.com/Ficha/9786071644794/F>
- Bianchini, C. L. P. (1955). Las llagas del café en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 3(2), 203–235. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.1955.28880>
- López, J. B. (2017). Darwin botánico: origen, desarrollo y perspectivas de la fisiología vegetal. *Ciencia Nicolaita*, 71. <https://doi.org/10.35830/cn.vi71.385>
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1–35. <https://doi.org/10.1037/bul0000052>
- Dupar, M. (2020). Informe especial del IPCC sobre el cambio climático y la tierra: ¿Qué significa para América Latina? 1—40 pp. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/59022/59161.pdf?sequence=1>
- Echandi, E. (1955). Trunk and stem canker of coffee trees. *Revista de Biología Tropical*, 3(2), 237–241. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.1955.28881>
- Echandi, E. (1957). La Quema de los cafetos causada por *Phoma costarricensis* n. sp. *Revista de Biología Tropical*, 5(1), 81–102. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.1957.28931>
- Masson-Delmotte, V., Pörtner, H. O., Skea, J., Slade, R., Ferrat, M., Neogi, S., ... & Malley, J. (2020). El cambio climático y la tierra: informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres: resumen para responsables de políticas. 1—40 pp. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf)



- Mifflin, B. (2000). Crop improvement in the 21<sup>st</sup> century. *Journal of Experimental Botany*, 51(342), 1-8. <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.342.1>
- Moose, S. P. & Mumm, R. H. (2008). Molecular plant breeding as the foundation for 21<sup>st</sup> century crop improvement. *Plant Physiology*, 147(3), 969-977. <https://doi.org/10.1104/pp.108.118232>
- National Science Foundation. (2014). Integrated postsecondary education data system, 2013, completions survey. National Center for Science and Engineering Statistics: Integrated Science and Engineering Resources Data System (WebCASPAR). <https://webcaspar.nsf.gov> (Consultado el 15 de julio de 2023).
- OpenAI. (2021). *ChatGPT: A large language model developed by OpenAI*. <https://www.openai.com/> (Consultado el 15 de julio de 2023).
- R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/> (Consultado el 15 de julio de 2023).
- Stoet, G. & Geary, D. C. (2018). The Gender-Equality Paradox in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Psychological Science*, 29(4) 581–593. <https://doi.org/10.1177/0956797617741719>
- Went, F. W. (1957). Fifty years of plant physiology in the USA. *American Journal of Botany*, 44(1), 105-110. <https://doi.org/10.2307/2438353>
- World Meteorological Organization. (2022). United In Science 2022: A multi-organization high-level compilation of the most recent science related to climate change, impacts and responses. 1–40 pp. [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=22128](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22128)
- World Meteorological Organization. (2023). State of the Climate in Latin America and the Caribbean. Geneva, Switzerland. 1–35 pp. [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=22309](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22309)