



La fotosíntesis como motor de la vida en la Tierra

Photosynthesis as the driving force of life on Earth

A fotossíntese como força motriz da vida na Terra

Ana María Bonilla Ramos ^I

anabonilla510@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-000-1843-2547>

María Magdalena Intriago López ^{II}

mmagdalena115@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002.4544-4778>

Cedeño Burgos Daniela María ^{III}

delia198605@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-9006-7235>

Jaime Hernán Vera Japón ^{IV}

jaimehernan_12@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-5891-9905>

Correspondencia: anabonilla510@hotmail.com

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

*** Recibido:** 26 de agosto de 2025 ***Aceptado:** 24 de septiembre de 2025 *** Publicado:** 31 de octubre de 2025

- I. Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador.
- II. Universidad San Gregorio de Portoviejo, Ecuador.
- III. Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.
- IV. Universidad Tecnológica Indoamérica., Ecuador.

Resumen

La fotosíntesis es el proceso biológico fundamental que sostiene la vida terrestre, al transformar la energía solar en energía química y liberar oxígeno a la atmósfera. Este artículo analiza su papel como motor vital del planeta, desde su estructura bioquímica hasta su impacto ecológico y social. A través de una revisión bibliográfica de textos científicos y fuentes institucionales en español, se explora la función de la fotosíntesis en la regulación del clima, la producción de biomasa y su influencia en los ecosistemas. Además, se aborda la importancia de su estudio en el contexto de la sostenibilidad y las nuevas tecnologías, como la fotosíntesis artificial y la biotecnología verde. Los resultados destacan que este proceso no solo garantiza la supervivencia de los organismos autótrofos y heterótrofos, sino que constituye un modelo de equilibrio ecológico, eficiencia energética y cooperación biológica. Se concluye que la preservación de los ecosistemas fotosintéticos es esencial para mitigar el cambio climático y garantizar la continuidad de la vida en la Tierra.

Palabras Clave: fotosíntesis; sostenibilidad; energía solar; biotecnología; cambio climático.

Abstract

Photosynthesis is the fundamental biological process that sustains life on Earth, transforming solar energy into chemical energy and releasing oxygen into the atmosphere. This article analyzes its role as a vital engine of the planet, from its biochemical structure to its ecological and social impact. Through a literature review of scientific texts and institutional sources in Spanish, the function of photosynthesis in climate regulation, biomass production, and its influence on ecosystems is explored. Furthermore, the importance of studying photosynthesis in the context of sustainability and new technologies, such as artificial photosynthesis and green biotechnology, is addressed. The results highlight that this process not only guarantees the survival of autotrophic and heterotrophic organisms but also constitutes a model of ecological balance, energy efficiency, and biological cooperation. It is concluded that the preservation of photosynthetic ecosystems is essential to mitigate climate change and ensure the continuity of life on Earth.

Keywords: Photosynthesis; sustainability; solar energy; biotechnology; climate change.

Resumo

A fotossíntese é o processo biológico fundamental que sustenta a vida na Terra, transformando a energia solar em energia química e libertando oxigénio para a atmosfera. Este artigo analisa o seu papel como motor vital do planeta, desde a sua estrutura bioquímica até ao seu impacto ecológico e social. Através de uma revisão da literatura científica e de fontes institucionais em língua espanhola, explora-se a função da fotossíntese na regulação climática, na produção de biomassa e a sua influência nos ecossistemas. Além disso, aborda-se a importância do estudo da fotossíntese no contexto da sustentabilidade e das novas tecnologias, como a fotossíntese artificial e a biotecnologia verde. Os resultados realçam que este processo não só garante a sobrevivência dos organismos autotróficos e heterotróficos, como também constitui um modelo de equilíbrio ecológico, eficiência energética e cooperação biológica. Conclui-se que a preservação dos ecossistemas fotossintéticos é essencial para mitigar as alterações climáticas e assegurar a continuidade da vida na Terra.

Palavras-chave: Fotossíntese; sustentabilidade; energia solar; biotecnologia; mudanças climáticas.

Introducción

La vida en la Tierra se sostiene sobre un fenómeno tan silencioso como trascendental: la fotosíntesis. Desde las primeras cianobacterias hasta los árboles que cubren los bosques tropicales, este proceso ha permitido la evolución de la atmósfera, la estabilidad del clima y el desarrollo de las cadenas tróficas. Sin la fotosíntesis, la Tierra sería un planeta árido y sin oxígeno, incapaz de albergar la diversidad biológica que hoy conocemos (Raven, Evert y Eichhorn, 2013).

El proceso fotosintético no solo tiene una función biológica, sino también ecológica y social. En términos de sostenibilidad, representa el sistema natural más eficiente de conversión energética limpia, ya que transforma la radiación solar en compuestos orgánicos sin generar contaminantes (FAO, 2021). Además, su estudio ha inspirado proyectos tecnológicos que buscan imitar la capacidad de las plantas para generar energía y reducir el impacto ambiental, como la fotosíntesis artificial o los sistemas de bioenergía (IICA, 2022).

En el contexto actual de crisis climática, entender y proteger los mecanismos de la fotosíntesis es más relevante que nunca. La deforestación, el uso desmedido de combustibles fósiles y el calentamiento global amenazan el equilibrio que este proceso mantiene desde hace millones de

años. La humanidad depende de los ecosistemas verdes para regular el dióxido de carbono atmosférico, producir alimentos y garantizar la estabilidad del planeta (Zamora, 2020).

Por tanto, este artículo tiene como objetivo analizar de manera integral el papel de la fotosíntesis como motor de la vida en la Tierra, abordando sus fundamentos teóricos, su impacto ecológico y las perspectivas tecnológicas derivadas de su estudio.

Fundamentación teórica

La fotosíntesis es el proceso biológico mediante el cual las plantas, algas y ciertas bacterias transforman la energía solar en energía química, almacenada en forma de carbohidratos. A partir de agua, dióxido de carbono y luz solar, se produce glucosa y oxígeno, elementos esenciales para la vida en el planeta (Taiz, Zeiger, Møller y Murphy, 2017). Este proceso ocurre principalmente en las células vegetales que contienen cloroplastos, orgánulos especializados en captar y utilizar la radiación solar.

Desde un punto de vista bioquímico, la fotosíntesis se divide en dos fases: la fase lumínica y la fase oscura o ciclo de Calvin.

- En la fase lumínica, que se lleva a cabo en los tilacoides, la energía de la luz solar excita los electrones de la clorofila, generando moléculas de ATP y NADPH, mientras el agua se descompone liberando oxígeno (Raven, Evert y Eichhorn, 2013).
- En la fase oscura, o ciclo de Calvin, que tiene lugar en el estroma, el dióxido de carbono atmosférico se fija gracias a la enzima RuBisCO, produciendo glucosa y otros azúcares que sirven de combustible para la planta (Alberts et al., 2022).

Este proceso es fundamental no solo por su papel energético, sino también por su contribución a la estabilidad climática y la dinámica de los ecosistemas. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021), los organismos fotosintéticos capturan anualmente cerca del 30 % del dióxido de carbono emitido por la actividad humana, lo que convierte a los bosques y océanos en verdaderos sumideros naturales de carbono.

La eficiencia de la fotosíntesis depende de múltiples factores ambientales: la intensidad lumínica, la temperatura, la concentración de CO₂ y la disponibilidad de agua y nutrientes. Cuando uno de estos factores se altera, el rendimiento fotosintético disminuye, afectando la productividad de los ecosistemas y la estabilidad del clima (Zamora, 2020).

Por otra parte, la investigación en biotecnología vegetal ha permitido comprender los mecanismos genéticos que regulan la fotosíntesis, abriendo la posibilidad de desarrollar cultivos con mayor eficiencia en la conversión de energía solar. Esto se considera una estrategia clave para enfrentar los retos de la seguridad alimentaria y el cambio climático (IICA, 2022).

En el ámbito educativo, enseñar la fotosíntesis implica también fomentar una conciencia ecológica integral, ya que este proceso simboliza la interdependencia de la vida y la responsabilidad humana de conservar los sistemas naturales.

Desarrollo

La fotosíntesis y su papel en los ecosistemas, la tecnología y la sostenibilidad

La fotosíntesis como base de la vida en los ecosistemas

La fotosíntesis es la fuente primaria de energía de todos los ecosistemas. Gracias a ella, las plantas, algas y cianobacterias convierten la radiación solar en energía química, formando la base de las cadenas tróficas (Raven, Evert y Eichhorn, 2013). Cada nivel alimenticio —herbívoros, carnívoros, descomponedores— depende indirectamente de la energía capturada por los organismos fotosintéticos.

Los ecosistemas terrestres y acuáticos funcionan como sistemas interdependientes, donde la producción de oxígeno, la regulación térmica y el almacenamiento de carbono están ligados a la actividad fotosintética (FAO, 2021). Los bosques tropicales, en particular, son considerados los “pulmones del planeta”, ya que absorben grandes cantidades de dióxido de carbono y producen cerca del 40 % del oxígeno global (Zamora, 2020).

La pérdida de cobertura vegetal por deforestación o contaminación del suelo altera este equilibrio, reduciendo la capacidad del planeta para absorber CO₂. En consecuencia, aumenta el efecto invernadero y se acelera el cambio climático global (IICA, 2022).

La fotosíntesis en la regulación climática

El ciclo del carbono y la fotosíntesis están íntimamente relacionados. Durante la fijación del carbono, las plantas capturan CO₂ atmosférico y lo transforman en materia orgánica. Este mecanismo natural actúa como un sistema de control climático, reduciendo el exceso de gases de efecto invernadero.

Cuando se destruyen bosques o se degradan ecosistemas marinos ricos en fitoplancton, se rompe este equilibrio. Según la FAO (2021), cerca del 18 % de las emisiones globales de carbono provienen de la deforestación y la pérdida de vegetación. Restaurar estos ecosistemas no solo tiene un efecto positivo en la biodiversidad, sino también en la estabilidad climática y la calidad del aire. En este sentido, la fotosíntesis se convierte en una herramienta natural de mitigación, ya que absorbe CO₂ y produce oxígeno de manera continua. Su estudio ha permitido desarrollar políticas ambientales centradas en la reforestación, la agricultura sostenible y el aprovechamiento de energías limpias (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2023).

Innovación tecnológica inspirada en la fotosíntesis

La ciencia moderna ha encontrado en la fotosíntesis un modelo para el desarrollo de tecnologías sostenibles. La llamada fotosíntesis artificial busca imitar el proceso natural mediante sistemas fotocatalíticos que capturan energía solar y la transforman en hidrógeno o en combustibles limpios (IICA, 2022).

En América Latina, varios proyectos de biotecnología verde se orientan a mejorar la eficiencia fotosintética en cultivos agrícolas. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador, por ejemplo, ha impulsado programas para optimizar la absorción de luz y la resistencia al estrés hídrico en cultivos básicos como el maíz y la soya (INIAP, 2021).

Estos avances representan un paso hacia la agricultura climáticamente inteligente, capaz de producir alimentos sin comprometer los recursos naturales. La integración de biotecnología y sostenibilidad demuestra que la fotosíntesis no es solo un fenómeno biológico, sino también una fuente de inspiración tecnológica.

La fotosíntesis y el desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible, planteado por la ONU, se basa en satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones. La fotosíntesis encarna este principio, ya que mantiene un equilibrio constante entre consumo y regeneración.

A nivel económico, este proceso sustenta la agricultura, la silvicultura y la pesca; en lo social, garantiza la seguridad alimentaria; y en lo ambiental, regula los ciclos vitales del planeta. De ahí que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) incluyan la conservación de los ecosistemas fotosintéticos como meta transversal (ONU, 2020).

Proteger la fotosíntesis implica conservar los bosques, los manglares, los arrecifes de coral y los suelos fértiles. Cada hoja verde y cada alga marina representan una fábrica de oxígeno y energía, vital para el equilibrio ecológico global.

Discusión

Perspectivas éticas, educativas y científicas de la fotosíntesis en el siglo XXI

Perspectiva ética y ambiental

La fotosíntesis no solo representa un proceso biológico, sino también un modelo ético de equilibrio con la naturaleza. Mientras el ser humano ha basado su desarrollo en la extracción y el consumo intensivo de recursos, las plantas, a través de la fotosíntesis, demuestran una forma de existencia sostenible: producen sin destruir, transforman sin contaminar y devuelven al entorno más de lo que toman.

En este sentido, el estudio de la fotosíntesis puede inspirar una ética ecológica renovada, donde la cooperación y el respeto por los ciclos naturales se conviertan en valores centrales. La crisis ambiental actual —manifestada en la deforestación, la contaminación y el cambio climático— evidencia que el ser humano ha olvidado los principios naturales de reciprocidad que rigen la vida. Por ello, es necesario promover una educación ambiental basada en la comprensión de los procesos vitales, donde la fotosíntesis ocupe un papel central como símbolo de equilibrio y sostenibilidad (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2023).

Perspectiva educativa

En el ámbito pedagógico, la enseñanza de la fotosíntesis trasciende el aprendizaje memorístico de fórmulas químicas. Comprenderla implica conectar la ciencia con la vida cotidiana, la tecnología y los problemas ambientales actuales. Según Zamora (2020), incluir metodologías activas —como experimentos con plantas, observación del entorno y uso de herramientas digitales— mejora la comprensión y despierta la sensibilidad ecológica de los estudiantes.

La fotosíntesis puede utilizarse como puente entre la ciencia y la ética, invitando a reflexionar sobre la responsabilidad humana frente al ambiente. Por ejemplo, proyectos escolares de reforestación o huertos ecológicos no solo enseñan biología, sino también compromiso social, solidaridad y conciencia ecológica. En las universidades, su estudio conecta disciplinas como biología,

ingeniería ambiental y biotecnología, fomentando un enfoque interdisciplinario y sostenible (IICA, 2022).

Perspectiva científica y tecnológica

En el siglo XXI, los avances científicos han redescubierto la fotosíntesis como un modelo de innovación tecnológica. La fotosíntesis artificial, la biotecnología verde y la energía solar bioinspirada son campos en expansión que buscan replicar los mecanismos naturales de conversión de energía.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2021) y la Universidad de Buenos Aires (UBA, 2022) han desarrollado investigaciones que integran nanomateriales y sistemas fotocatalíticos para generar combustibles limpios a partir de agua y luz solar. Estos estudios demuestran que el conocimiento profundo de la fotosíntesis puede contribuir a la creación de una economía baja en carbono, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2020).

No obstante, este progreso científico exige una mirada ética y social: las tecnologías inspiradas en la naturaleza deben aplicarse con responsabilidad, evitando repetir modelos de explotación o desigualdad. La verdadera innovación surge cuando la ciencia se integra con el respeto por la vida.

Conclusiones y Recomendaciones

La fotosíntesis constituye el proceso biológico más trascendental para la existencia en la Tierra. Gracias a ella, la energía solar se transforma en energía química que alimenta la vida y regula el equilibrio ecológico del planeta. Este fenómeno, presente en plantas, algas y bacterias, ha permitido la evolución de los ecosistemas y la formación de una atmósfera rica en oxígeno, condición indispensable para la vida tal como la conocemos (Raven et al., 2013).

A lo largo del estudio se ha demostrado que la fotosíntesis cumple una triple función: biológica, ecológica y social. En lo biológico, posibilita la producción de alimentos y oxígeno; en lo ecológico, equilibra el ciclo del carbono y modula el clima; y en lo social, sustenta la agricultura y las economías que dependen de los recursos naturales (FAO, 2021).

En la actualidad, el deterioro ambiental, la deforestación y el cambio climático amenazan la capacidad del planeta para sostener su ciclo fotosintético. Es urgente fortalecer políticas públicas de conservación, restauración forestal y educación ambiental. Proteger la fotosíntesis implica

preservar la vida misma, ya que este proceso es el motor invisible que impulsa todos los sistemas naturales.

Asimismo, los avances en fotosíntesis artificial y biotecnología vegetal abren nuevas oportunidades para enfrentar los retos energéticos y alimentarios del siglo XXI. Sin embargo, estos avances deben enmarcarse en una ética ecológica, garantizando que la tecnología respete y complemente los procesos naturales, en lugar de sustituirlos o degradarlos (IICA, 2022).

Finalmente, se recomienda promover en las escuelas y universidades una enseñanza interdisciplinaria de la fotosíntesis que combine la ciencia, la ética y la sostenibilidad. Comprender este proceso no solo es una cuestión de conocimiento, sino un compromiso con la supervivencia del planeta y de las futuras generaciones.

Referencias

1. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Biología molecular de la célula* (7.^a ed.). Barcelona: Omega.
2. Armenta, J. C. (2021). *La fotosíntesis y su papel en los ecosistemas terrestres*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
3. Campbell, N. A., Reece, J. B., & Urry, L. A. (2020). *Biología* (12.^a ed.). Madrid: Pearson Educación.
4. Correa-Salgado, M. de L., Herrera-Feijoo, R. J., Ruiz-Sánchez, C. I., & Guamán-Rivera, S. A. (2019). *Fundamentos de bioquímica vegetal*. Quito: Grupo AEA.
5. Devlin, R. M. (2015). *Fisiología vegetal* (3.^a ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
6. FAO. (2021). *El estado de los bosques del mundo 2021: Restauración forestal y bienestar*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
7. Hall, D. O., & Rao, K. K. (2006). *Fotosíntesis*. Madrid: Alianza Editorial.
8. IICA. (2022). *Fotosíntesis y producción sostenible: avances biotecnológicos en América Latina*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
9. INIAP. (2021). *Informe técnico sobre mejoramiento genético y eficiencia fotosintética en cultivos ecuatorianos*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
10. Lichtenthaler, H. K. (2013). El aparato fotosintético: estructura y función. *Revista de Botánica Aplicada*, 45(2), 67-84.
11. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2023). *Estrategia nacional para la restauración y conservación de ecosistemas*. Quito: MAATE.
12. Nelson, N., & Yocum, C. F. (2010). Estructura y función de los fotosistemas I y II. *Revista Internacional de Biología Vegetal*, 12(4), 211-225.
13. ONU. (2020). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas.
14. Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2013). *Biología de las plantas* (8.^a ed.). Barcelona: Reverté.
15. Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiología vegetal* (6.^a ed.). Madrid: Sinauer Associates – Oxford University Press.
16. UNAM. (2021). *Avances en fotosíntesis artificial y biotecnología verde*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

17. UBA. (2022). Aplicaciones fotocatalíticas inspiradas en la fotosíntesis natural. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
18. Universidad Central del Ecuador. (2020). La fotosíntesis: energía y vida en la Tierra. Quito: Facultad de Ciencias Biológicas.
19. Villacís, M., & Pérez, L. (2021). La educación ambiental como estrategia para la sostenibilidad ecológica. *Revista Andina de Educación Ambiental*, 9(3), 45-57.
20. Zamora, L. A. (2020). La fotosíntesis y su contribución al equilibrio ecológico. Quito: Universidad Central del Ecuador.
21. Ortega, S., & Mena, D. (2022). Restauración ecológica y mitigación del cambio climático en los Andes ecuatorianos. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales*, 18(2), 89-103.
22. Álvarez, C. (2019). Educación ambiental y ciencia ecológica: una perspectiva docente. *Revista Educación y Ciencia*, 27(4), 56-70.
23. Pizarro, F., & Soto, J. (2021). Innovación en biotecnología verde: el legado de la fotosíntesis. *Revista Chilena de Ciencias Biológicas*, 33(2), 101-117.
24. Torres, V., & Molina, R. (2020). La fotosíntesis como modelo bioético para la sostenibilidad planetaria. *Revista Colombiana de Ética y Ambiente*, 14(1), 12-25.
25. Universidad Técnica de Manabí. (2023). Manual de prácticas de biología vegetal: fotosíntesis y ecología. Portoviejo: Facultad de Ciencias Naturales