UEA Forestal
PrePrint UEA

Sección Forestal
Vol. FOR2424. ep06–343

| Recibido: 24/09/2024 |
| Aceptado: 02/10/2024 |
| Publicado: 26/11/2026 |

Estimación de tasas de fotosíntesis en *Leonia glycycarpa*

Estimation of photosynthesis rates in *Leonia glycycarpa*

Edith Liliana Shiguango Alvarado[1], Keyla Dayana Zambrano Chongo[1] Ricardo Vinicio Abril Saltos[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2424ep06-343 Crossref

Resumen

Las diversas condiciones climáticas en la región amazónica hacen necesario evaluar la tasa de asimilación fotosintética en especies de plantas silvestres, como la *Leonia glycycarpa* Ruiz & Pav. en el Centro experimental de investigación y producción Amazónica (CEIPA)**.** Se utilizó un fluorómetro portátil para recolectar datos durante un periodo de cuatro días, con mediciones realizadas en un intervalo de cinco tiempos, desde las 7:00 hasta las 15:00, seleccionando cinco hojas de esta especie para obtener datos sobre fotosíntesis, transpiración, CO_2 subestomático, conductancia estomática, temperatura de la superficie de la hoja, flujo másico de aire y caudal de aire molar deseado. El estudio sobre las tasas de fotosíntesis reveló que la asimilación fotosintética alcanzó su máximo entre las 13:00 y las 14:00, con un valor de 3.7 μmol m^{-2} s^{-1}. Los modelos utilizados para analizar los datos incluyeron diferentes enfoques matemáticos para cada parámetro en fotosíntesis se seleccionó el modelo Gaussian, para transpiración $y = a+b/x$, CO2 subestomático $y = a + bx + cx^3 + dx/lnx$, conductancia estomática de H_2O $y = a + bx^{0,5}$, temperatura de la superficie de la hoja $y = a + blnx + c/lnx + dlnx/x^2$ y para el flujo másico de ASU (medido) el modelo $y = a + bx2 + cx^4 + dx^6$. El estudio destaca que el modelo Gaussian es el más adecuado para describir la dinámica de la fotosíntesis en esta especie. Se menciona que otros modelos, como los utilizados para la transpiración y la conductancia estomática, también son relevantes, pero no alcanzan la precisión del modelo Gaussian.

Palabras clave

Amazonía, bosques tropicales, asimilación fotosintética, transpiración, conductancia estomática.

Abstract

The diverse climatic conditions in the Amazon region make it necessary to evaluate the photosynthetic assimilation rate in wild plant species, such as Leonia glycycarpa Ruiz & Pav. at the Amazon Experimental Research and Production Center (CEIPA). A portable fluorometer was used to collect data over a four-day period, with measurements made at five time intervals, from 7:00 am to 3:00 pm, selecting five leaves of this species to obtain data on photosynthesis, transpiration, substomatal CO2, stomatal conductance, leaf surface temperature, air mass flow, and desired molar air flow rate. The study on photosynthetic rates revealed that photosynthetic assimilation peaked between 1:00 pm and 2:00 pm, with a value of 3.7 μmol m^{-2} s^{-1}. The models used to analyze the data included different mathematical approaches. For each parameter in photosynthesis the Gaussian model was selected, for transpiration $y = a + b/x$, sub-stomatal CO2 $y = a + bx + cx^3 + dx/lnx$, stomatal conductance of H_2O $y = a + bx^{0,5}$, leaf surface temperature $y = a + blnx + c/lnx + dlnx/x^2$ and for the mass flux of ASU (measured) the model $y = a + bx2 + cx^4 + dx^6$. The study highlights that the Gaussian model is the most suitable to describe the dynamics of photosynthesis in this species. It is mentioned that other models, such as those used for transpiration and stomatal conductance, are also relevant, but do not reach the precision of the Gaussian model.

Keywords

Amazonia, tropical forests, photosynthetic assimilation, transpiration, stomatal conductance.

Direcciones [1]Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. Pastaza, Ecuador. Email: el.shiguangoa@uea.edu.ec, kd.zambranoc@uea.edu.ec, rvabril@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia Edith Liliana Shiguango Alvarado. Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. Pastaza, Ecuador. Email: el.shiguangoa@uea.edu.ec

Cómo citar SHIGUANGO ALVARADO, Edith Liliana, ZAMBRANO CHONGO, Keyla Dayana and ABRIL SALTOS, Ricardo Vinicio 2026. **Estimación de tasas de fotosíntesis en *Leonia glycycarpa***. PrePrint UEA. Vol. FOR2424. p. ep06–343. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2424ep06-343

Editores Académicos Sucoshañay Villalba Darwin Javier

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

Los bosques tropicales en todo el mundo son ecosistemas cruciales para la regulación climática, la preservación de la biodiversidad que reside en las áreas nativas y el sustento de las comunidades locales

para el cuidado del medio ambiente. Estas áreas en la actualidad ocupan solo el 15% de la superficie terrestre, albergan el 25% del carbono de la biósfera dentro del planeta (Valdez et al., 2016).

Ecuador es un país megadiverso, compuesto por múltiples ecosistemas que son resultados de diversos factores geológicos, geográficos, geomorfológicos, climáticos y biogeográficos. Ecuador uno de los 17 países que tiene mayor diversidad biológica en el planeta (Aguilar et al., 2020) cada uno presenta características singulares y una variedad de flora y fauna, donde se puede visualizar bosques secos, bosques húmedos tropicales, bosques muy húmedos tropicales y bosques pluviales tropicales.

Los bosques cubren el 75% del territorio, en la región amazónica de Ecuador alberga una extensa área forestal en

relación con el total del país, destacando al bosque montano oriental con 31 555 km^2, el bosque piemontano oriental tiene una extensión de 13 133 km^2 y el bosque húmedo amazónico mantiene un total de 73 909 km^2. (Abril et al., 2023).

El bosque de Napo se destaca como uno de los principales centros de biodiversidad a nivel global, albergando una amplia variedad de especies de plantas, animales, aves, insectos y microorganismos. Se define como un ecosistema tropical húmedo caracterizado por tener bosques siempreverde, primario, amazónico porque forma parte de la cuenca amazónica, y bosques inundables (varzea) debido a que algunas de estas zonas experimentan inundaciones periódicas. Esta área es el hábitat original de una sorprendente cantidad de árboles, muchos de los cuales son endémicos y poco comunes, los cuales se presentan únicamente en esta región. Además de su rica flora, el bosque de Napo alberga una amplia gama de fauna, que incluye mamíferos como jaguares, pumas, monos y tapires, así como una diversidad de aves y varias especies de reptiles, anfibios e insectos. La interacción entre estas especies establece un frágil equilibrio ecológico que es fundamental para la salud y el dinamismo del ecosistema (Pérez et al., 2019).

El clima de la región se define como tropical húmedo, presentando temperaturas cálidas y un alto nivel de humedad durante todo el año. Las lluvias son copiosas, sobre todo en la temporada de precipitaciones que abarca de marzo a junio, lo que favorece el crecimiento de una vegetación exuberante y el flujo de ríos que atraviesan el bosque. En Napo, las temperaturas en el bosque generalmente varían entre 22°C y 28°C, con ligeras fluctuaciones a lo largo del año (Quesada et al., 2012).

La fotosíntesis es un proceso esencial para la existencia en nuestro planeta, mediante el cual las plantas verdes y otros organismos capaces de realizar la fotosíntesis transforman la energía del sol en energía química, almacenando la luz solar en forma de carbohidratos. Este proceso es crucial no solo para la generación de oxígeno y la absorción de dióxido de carbono, sino que también constituye la base de las cadenas alimenticias en los ecosistemas terrestres. Según (Carril 2011) la fotosíntesis se lleva a cabo principalmente en las hojas de las plantas, donde se encuentran células con orgánulos especializados denominados cloroplastos, que contienen clorofila, el pigmento verde que capta la luz solar. A través de diversas reacciones químicas, la energía solar se transforma en energía química, que se utiliza para convertir el dióxido de carbono del aire en carbohidratos. Este proceso no solo suministra energía a las plantas, sino que también libera oxígeno como un subproducto, lo que contribuye al suministro de este gas esencial en la atmósfera.

Leonia glycycarpa Ruiz & Pav. es una especie de la familia Violaceae, la cual se encuentra en todo el mundo, principalmente en regiones templadas. Esta familia está compuesta por 23 géneros y aproximadamente 830 especies, produce flores cosmógamas en primavera, seguidas generalmente en verano por flores cleistógamas. Estas flores suelen ser llamativas y poseen guías de néctar que atraen a los insectos. Es un árbol que presenta hojas simples y alternas, enteras, con un nervio central del que emergen venas secundarias, y estípulas caducas que a veces dejan cicatrices. Sus frutos son comestibles para los humanos también sirven de alimento para algunos animales. Además, la madera del tronco se utiliza en la construcción de viviendas (Raisman, González 2013).

Las especies del género Leonia tienen diversos usos, incluyendo aplicaciones medicinales; se emplean para tratar la fiebre y problemas respiratorios, tanto en forma de brebajes como en baños corporales, es un árbol que puede crecer entre 18 y 20 metros de altura y se desarrolla en terrenos de inclinación moderada, en las riberas de ríos de montaña y en áreas con pendientes pronunciadas (Abril et al., 2023).

Aparte de sus propiedades medicinales, esta especie también desempeña un papel importante en la restauración ecológica y la conservación de la biodiversidad. Gracias a su habilidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales, puede ser valiosa en la revegetación de terrenos degradados y en la recuperación de ecosistemas afectados (Pérez et al., 2019). Su integración en iniciativas de restauración ambiental puede favorecer la calidad del suelo, la gestión del agua y el fomento de la biodiversidad en la región.

2. Metodología

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica (UEA). CEIPA se encuentra ubicado en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador. Esta área es de gran importancia ecológica debido a su biodiversidad y sus variadas condiciones ambientales, cuenta con una extensión total de 2,848.20 hectáreas, de las cuales 2,000ha corresponden a bosque primario, 300ha son áreas de pastizales, el resto incluye zonas intervenidas con diferentes tipos de cultivos y arbolado. Estas características hacen que sea un sitio ideal para estudios ecológicos y de fisiología vegetal en especies de la Amazonía.

El clima de la zona es tropical húmedo, con una precipitación anual que alcanza hasta los 4,000 mm, una humedad relativa promedio del 80 %, y temperaturas que varían entre los 15 °C y los 25 °C. La topografía se caracteriza por relieves suavemente ondulados, mesetas naturales amplias, sin pendientes pronunciadas, y una altitud que fluctúa entre los 580 y los 990 metros sobre el nivel del mar.

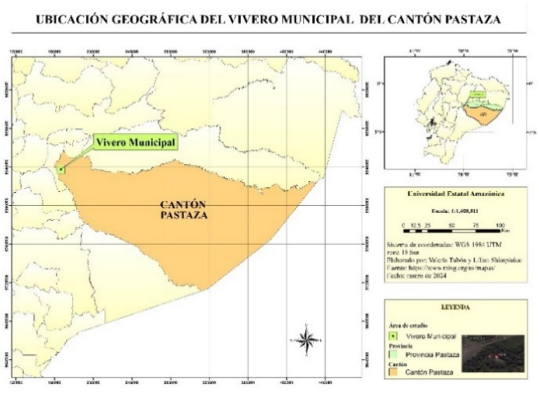

Figura 1 | Ubicación geográfica Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA-UEA). Datos geográficos basados en los sistemas de coordenadas WGS

1984 UTM, fue elaborado por Vicente Tapia y Lino Shimayula, en noviembre de 2014.

Para la recolección de datos fotosintéticos, se utilizó un fluorómetro portátil FluorPen FP 110/S de la marca PSI (Photon Systems Instruments), un dispositivo especializado en la medición de parámetros de fluorescencia de clorofila y de eficiencia fotosintética. Este instrumento fue clave en la obtención de información detallada sobre el rendimiento fotosintético de las hojas de la especie *L. glycycarpa*. El FluorPen FP 110/S es un equipo compacto y ligero, ideal para estudios de campo, que permite la evaluación rápida de varios parámetros fotosintéticos, cuenta con una interfaz lo que facilita la visualización y el almacenamiento de datos.

Las mediciones de datos se realizaron durante un periodo de cuatro días consecutivos, con el objetivo de captar posibles variaciones en los parámetros a lo largo de diferentes días y condiciones ambientales. Las observaciones se llevaron a cabo en intervalos de tiempo predefinidos para garantizar la consistencia y la comparabilidad. Los intervalos seleccionados fueron: 7:00, 9:00, 11:00, 13:00 y 15:00 horas, cubriendo así un amplio rango horario desde el inicio de la mañana hasta la primera parte de la tarde. Estos momentos fueron elegidos estratégicamente para capturar variaciones diarias en la actividad fotosintética de las hojas.

En cada intervalo, se seleccionaron cinco hojas representativas de la especie *L. glycycarpa,* garantizando que las hojas fueran homogéneas en cuanto a tamaño, desarrollo y posición en la planta. Esto permitió minimizar la variabilidad dentro de las muestras y obtener resultados más confiables. Las mediciones en cada hoja requerían un tiempo de entre 8 y 15 minutos, dependiendo de las condiciones ambientales y la estabilidad del equipo.

Los parámetros medidos durante las sesiones fueron los siguientes:

1. Tasa de fotosíntesis neta (A): Se midió la cantidad de CO_2 fijado durante el proceso de fotosíntesis en condiciones naturales, un indicador clave del rendimiento fotosintético de la planta.

2. Tasa de transpiración (E): Se determinó la cantidad de agua que las hojas perdían a través de los estomas por unidad de tiempo, lo cual es crucial para entender el balance hídrico de la planta y su relación con el proceso fotosintético.

3. Concentración de CO_2 subestomático (Ci): Este parámetro mide la concentración de CO_2 en el espacio interno de las hojas, lo que permite evaluar la eficiencia del uso de dióxido de carbono en la fotosíntesis.

4. Conductancia estomática del agua (Gs): Refleja la apertura de los estomas y la capacidad de las hojas para regular el intercambio gaseoso y la transpiración.

5. Temperatura de la superficie de la hoja (Tleaf): La temperatura de las hojas es un indicador importante de la respuesta fisiológica de la planta a las condiciones ambientales. Este parámetro se registró para evaluar cómo la temperatura afecta la fotosíntesis y la transpiración.

6. Flujo másico de aire seco utilizable (u - ASU medido): Se midió el flujo de aire seco que atraviesa las hojas, lo cual es relevante para calcular la cantidad de gases que las hojas intercambian con la atmósfera.

7. Caudal de aire molar deseado (Uset): Este valor se ajustó para garantizar la correcta operación del equipo durante las mediciones, asegurando que el flujo de aire que pasa por la cámara de medición fuera constante y apropiado para obtener resultados precisos.

Tras completar la recolección de datos, se procedió al análisis detallado de los mismos. Los valores obtenidos se procesaron utilizando el software Table Curve 2D, una herramienta que permite ajustar modelos matemáticos a los datos experimentales, generando curvas representativas de cada parámetro. Estas curvas proporcionaron una visualización clara del comportamiento de la fotosíntesis y de otros procesos fisiológicos a lo largo del día, facilitando la comparación entre los diferentes intervalos horarios y los días de medición.

Las curvas obtenidas para cada parámetro proporcionaron una descripción gráfica del comportamiento fisiológico de la planta en los momentos del día, permitiendo observar tendencias, distintosfluctuaciones y posibles correlaciones entre los parámetros estudiados.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

Los modelos evaluados para los parámetros **(Tabla 1)** fueron los siguientes: para fotosíntesis, se seleccionó el modelo Gaussian, para la transpiración, el modelo $y = a + b/x$, para la CO_2 subestomático, modelo $y = a + bx + cx^3 + dx/lnx$, para la Conductancia estomática de H_2O, el modelo $y = a + bx^{0,5}$, para la Temperatura de la superficie de la hoja el modelo $y = a + blnx + c/lnx + dlnx/x^2$, para el Flujo másico de ASU (medido), el modelo $y = a + bx2 + cx^4 + dx^6$.

Tabla 1 | Modelos evaluados para cada

Parámetro	Tipo de modelo	R2	Sig. de P	Parámetro	a	b	c	d
	Gaussian	**0,99**	**0,005**	Parámetro	1,09244	2,59691	13,73318	1,25237
				Valor de P	0,00608	0,00593	0,00004	0,01442

Fotosíntesis	LogNormal	0.99	0,005	Parámetro	1,09458	2,46633	13,63727	0,09919
				Valor de P	0,00598	0,00467	0,00005	0,01405
	ExtrVal	0,99	0,005	Parámetro	1,09499	2,28851	13,42247	1,53294
				Valor de P	0,00597	0,00356	0,00009	0,0083
Transpiración	**y=a+b/x lineal**	**0,95**	**0,001**	Parámetro	0,56988	5,85627		
				Valor de P	0,0056	0,00498		
	y=a+bx	0,85	0,035	Parámetro	1,72075	-0,05281		
				Valor de P	0,00127	0,02531		
	y=a+blnx	0,91	0,012	Parámetro	2,49529	-0,57362		
				Valor de P	0,00203	0,01151		
CO2subestomático	**y=a+bx+cx^3+dx/lnx cubico**	**0,99**	**0,000**	Parámetro	92804,7745	13077,429	-1,91043	-
				Valor de P	0,00054	0,00054	0,0005	0,00054
	y=a+b/x^1,5+clnx/x^2+de^-x	0,99	0,001	Parámetro	-7740,03066	5,48925	-7,17606	-3,51906
				Valor de P	0,00323	0,00298	0,00298	0,00277
	y=a+bx^2lnx+clnx+dlnx/x	0,01	0,003	Parámetro	-278559,685	-10,4724	71636,71	505828,0
				Valor de P	0,01597	0,0147	0,01587	0,01596
Conductancia estomática del H2O	**y=a+bx^0,5 función raíz cuadrada**	**0,79**	**0,042**	Parámetro	1,14695	-0,22949		
				Valor de P	0,01413	0,04175		
	y=a+blnx logarítmica	0,83	0,031	Parámetro	1,28461	-0,37763		
				Valor de P	0,01175	0,03085		
	y=a+blnx+c(lnx)^2+d(lnx)^3 polinomial cubica	0,96	0,054	Parámetro	22,52718	-26,77034	10,80862	-1,46051
				Valor de P	0,43914	0,47548	0,50135	0,52274
Temperatura de la superficie de la hoja	**y=a+blnx+c/lnx+dlnx/x^2 Gauss Elim**	**0,99**	**0,013**	Parámetro	7417,643	-1033,8696	-	43967,38
				Valor de P	0,03907	0,03885	0,0397	0,04027
	y=a+bx^2,5+c(lnx)^2+dx^0,5 Gauss Elim	0,99	0,018	Parámetro	-4253,6377	-0,19441	-	3107,921
				Valor de P	0,03041	0,02785	0,03021	0,03012
	y=a+bx+cx^2lnx+dx/lnx Gauss Elim	0,98	0,028	Parámetro	2227,199	324,688	-0,39431	-
				Valor de P	0,04333	0,04381	0,04055	0,04409
Flujo másico de ASU (medido)	**y=a+bx^2+cx^4+dx^6 Gaussian**	**0,98**	**0,012**	Parámetro	128,0505	1,88131	-0,01497	3,57056
				Valor de P	0,00238	0,00851	0,00879	0,00905

En la tasa de asimilación fotosintética **(Figura 2),** no existe un mayor incremento entre 7:00 a 10:00, comenzando a partir de la hora 11:00 y alcanzando su máximo pico entre las 13:00 y 14:00 alcanzando un máximo de 3,7 umol m^{-2} s^{-1} a partir del cual comienza a disminuir.

La asimilación fotosintética de *L. glycycarpa* alcanza su punto máximo entre la 13:00 y 14:00, tal como se refleja en el modelo Gaussian que presenta un ajuste de R_2=0.99, indicando una correlación casi perfecta entre los datos observados y los predichos por el modelo. Este modelo, particularmente eficaz en describir la relación no lineal entre la fotosíntesis y la luz solar, evidencia cómo la planta maximiza su eficiencia fotosintética durante las horas de máxima irradiación solar, lo cual es crucial para su supervivencia y crecimiento en un ambiente de competencia por luz como lo menciona (Mosquera et al., 1999).

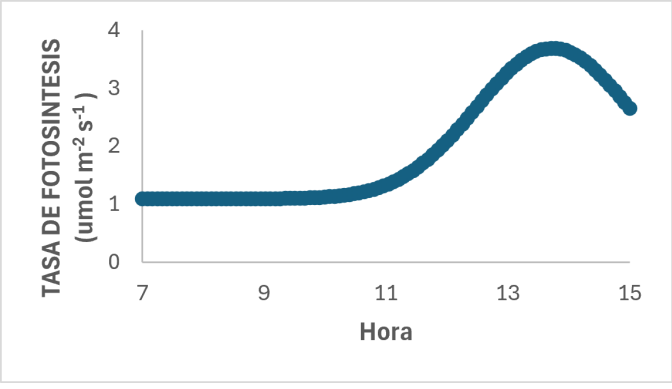

Figura 2 | Tasa de asimilación fotosintética

Sin embargo, la disminución en la eficiencia fotosintética posterior podría darse como un mecanismo de adaptación de la planta para minimizar el daño por exceso de luz, evitando así la fotoinhibición, un fenómeno bien documentado en estudios previos (Murchie, Ruban 2020).

En la Tasa de transpiración **(Figura 3),** a partir de las 7:00 am, se registra una disminución progresiva en la tasa de transpiración, comenzando cerca de 1,2 umol m^{-2} s^{-1}. y alcanzando aproximadamente 1 umol m^{-2} s^{-1} alrededor de las 15:00 horas.

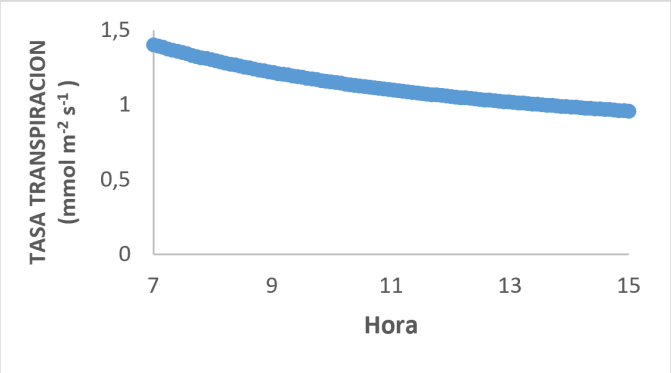

Figura 3 | Tasa de transpiración

El modelo $y = a + b/x$ aplicado a la tasa de transpiración, con un R_2=0.95, demuestra una alta fiabilidad para explicar cómo la disponibilidad de agua afecta este proceso. El comportamiento inverso en la tasa de transpiración durante las horas más calurosas del día refleja un mecanismo de conservación hídrica, optimizando el uso del agua en condiciones de estrés por alta temperatura, lo que es consistente con adaptaciones observadas en otras especies de la Amazonía (Bedoya Pantoja, Morillo Coronado 2001). La capacidad de la planta para regular su transpiración sugiere una adaptación evolutiva a las condiciones ambientales fluctuantes y potencialmente extremas de su hábitat natural.

Tasa CO_2 subestomático **(Figura 4),** existe un mayor incremento a las 8:00 disminuyendo a partir entre la hora 9:00 a 12:00 y alcanzando un mínimo de 450 vpm.

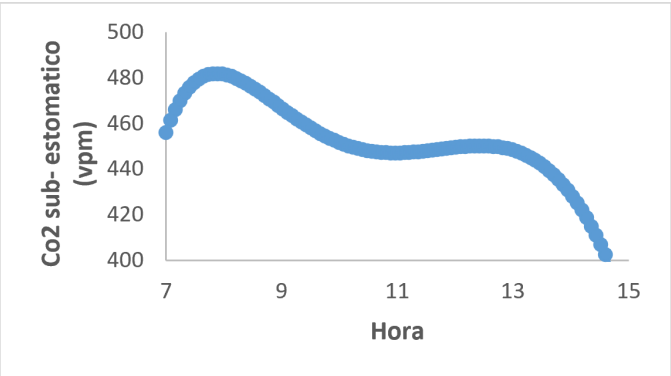

Figura 4 | Tasa CO2 subestomático

En la tasa de conductancia estomática del H_2O (Figura 5), se determinó que existe una disminución desde las 7:00 hasta las 15:00, alcanzando un mínimo de 0,3 umol m^{-2} s^{-1}.

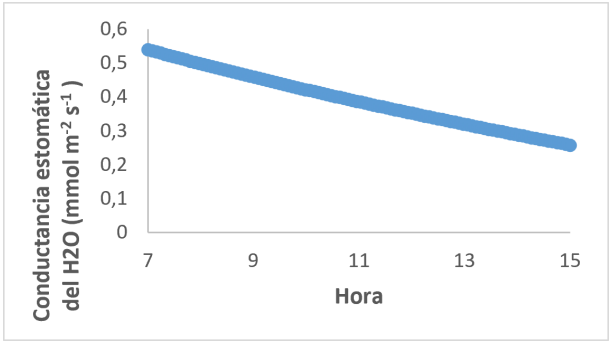

Figura 5 | Tasa Conductancia estomática del H_2O

Los modelos para el CO_2 subestomático y la conductancia estomática del H_2O (función raíz cuadrada con R_2=0.79) también muestran patrones interesantes. La variabilidad en la tasa de CO_2 subestomático y su relación compleja con factores ambientales están bien capturados por el modelo cúbico, que incluye términos hasta x3, reflejando la complejidad de la respuesta de la planta a las fluctuaciones en CO_2 atmosférico, luz y temperatura. Esta variabilidad puede indicar estrategias de la planta para optimizar el uso del carbono bajo diferentes condiciones ambientales, un aspecto crucial para entender cómo la fotosíntesis de *L. glycycarpa* se ajusta a los cambios ambientales y estacionales (Ainsworth, Rogers 2007).

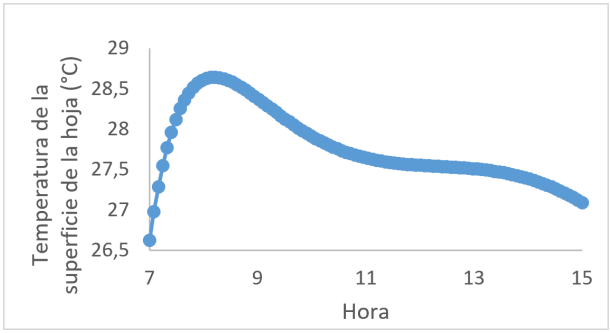

Figura 6 | Tasa Temperatura de la superficie de la hoja

En la tasa de temperatura de la superficie de la hoja **(Figura 6),** se verificó un incremento entre las 7:00 a 8:00, a partir del cual comienza a disminuir hasta llegar a las 15:00, alcanzando un mínimo de 27 umol m^{-2} s^{-1}. En la tasa de Flujo másico de ASU ¨medido¨ **(Figura 7)** hubo un incremento entre las 7:00 a 8:00, alcanzando su pico máximo entre las 9:00 y 10:00 a partir del cual comienza a disminuir hasta las 13:00, sin embargo, tiene un incremento súbito entre las 14:00 a 15:00 alcanzando un máximo de 200 umol umol m^{-2} s^{-1}.

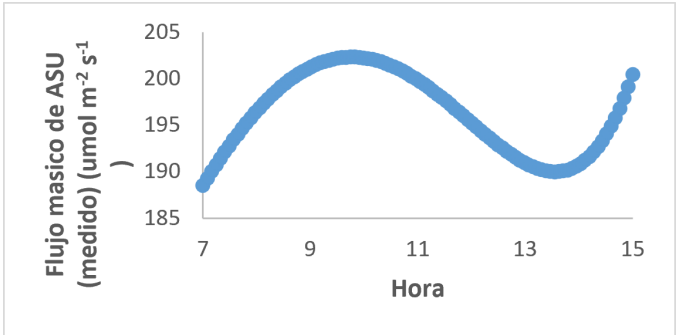

Figura 7 | Tasa Flujo másico de ASU (medido)

En la tasa de asimilación de aire molar deseado **(Figura 8),** existe un equilibrio entre las 7:00 a 15:00, alcanzando una estabilidad de 200 umol m^{-2} s^{-1}.

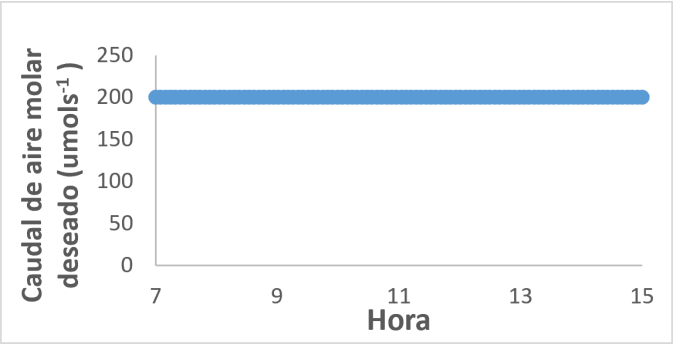

Figura 8 | Tasa Caudal de aire molar deseado

Además de los hallazgos específicos, es esencial destacar cómo la selección de modelos matemáticos adecuados permite una interpretación más profunda de los procesos biológicos. Los modelos no lineales, como el Gaussian y cúbico, son particularmente útiles para describir procesos biológicos complejos que no responden de manera lineal a las variables ambientales. Estos modelos proporcionan hallazgos significativos sobre la interacción entre los procesos fisiológicos de la planta y su entorno, sugiriendo maneras en que *L. glycycarpa* se adapta a su hábitat dinámico y desafiante (Delgadillo Islas 2024). Este enfoque metodológico proporciona una herramienta robusta para predecir cómo las futuras condiciones ambientales afectarán a las especies vegetales en la Amazonía.

4. Conclusiones

El estudio reveló patrones significativos de la especie estudio *L. glycycarpa* a respuesta variables ambientales y estacionales, proporcionando datos valiosos para la comprensión de su fisiología y adaptación al entorno. Se determinó que la tasa de asimilación fotosintética alcanzó su máximo entre la 13:00 y 14: 00 lo que indica una fuerte dependencia de la luz solar, mientras que la disminución posterior sugiere una adaptación a las variaciones diurnas en la disponibilidad de luz. Además, la tasa de transpiración mostró un comportamiento inverso, alcanzando su mínimo en las horas más calurosas del día, lo que resalta la importancia de la regulación hídrica en la fisiología de la planta. El modelo Gaussian fue el más adecuado para describir la dinámica de la fotosíntesis, mostrando una alta correlación entre los datos observados. Otros modelos, como el utilizado para la transpiración y la conductancia estomática, también proporcionaron resultados valiosos, mostrando cómo *L. glycycarpa* regula su transpiración y apertura estomática para adaptarse a las condiciones de alta irradiación y temperatura, minimizando la pérdida de agua.

Contribuciones de los autores:

Edith Liliana Shiguango Alvarado: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Keyla Dayana Zambrano Chongo: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Ricardo Vinicio Abril Saltos: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada.

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

Anaya, C. Y. M., & Malagón, L. J. C. (2022). Estrategia didáctica para la conservación de especies silvestres en vía de extinción en la institución educativa técnica agropecuaria de Albania-Sucre. Bio-grafía.

Burneo Núñez, S. F. (2023). Sistemática y biogeografía del género nephelomys en el Ecuador.

Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. 2023. Mamíferos del Ecuador. Versión 2023.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. `https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/`, (5/3/2024) acceso)

Freile, J. F., Poveda, C. 2019. Aves del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. `https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb`, fecha de acceso 3 de marzo de 2024.

Torres-Carvajal, O., Pazmiño-Otamendi, G., Ayala-Varela, F. y Salazar-Valenzuela, D. 2024. Reptiles del Ecuador. Version 2024.1. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. `https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb`, 5/3/2024.

Cabrera Rivera, Y. B. (2019). Evaluación de la gestión contable y ambiental de la dirección de la protección ambiental de la Prefectura de Morona Santiago en el periodo 2016-2017.

Castro Salazar, J. I., & Bustos García, B. A. (2021). La fauna silvestre en el discurso de la Ley General de Vida Silvestre y su reglamento, y la percepción de los inspectores que aplican la Ley en México. Nóesis. Revista de ciencias sociales, 30(60), 104-125.

Castro-Cevallos, C., Merino-Viteri, A., & Chicaiza, Á. (2023). El otro lado de la bioética:¿ Cómo es la experimentación en animales de vida silvestre en las universidades del Ecuador?.

Carreño Soria, P. L. R. S. (2020). Delito de tráfico ilícito de animales silvestres en la realidad jurídica peruana.

Corredor Camacho, M. D. (2022). Elementos para el estudio de la protección de animales silvestres ante la comisión de los delitos de caza, comercialización y tráfico.

Chible Villadangos, M. J. (2016). Introducción al Derecho Animal: Elementos y perspectivas en el desarrollo de una nueva área del Derecho. Ius et Praxis, 22(2), 373-414.

Crespo-Gascón, S., Solórzano, C. B., & Guerrero-Casado, J. (2022). Tráfico nacional de fauna silvestre y especies amenazadas: Un estudio descriptivo en Manabí (Ecuador). LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 35(1), 33-44.

Crespo-Gascón, S., Solórzano, C. B., & Guerrero-Casado, J. (2020). EL TRÁFICO NACIONAL DE FAUNA SILVESTRE INCLUYE ESPECIES AMENAZADAS: UN ESTUDIO DESCRIPTIVO EN MANABÍ.

Cruzada, S. M., & Marvin, G. (2020). EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES HUMANO-ANIMALES EN LA ACTUAL "ENCRUCIJADA AMBIENTAL": HUMAN-ANIMAL RELATIONS AT THE CONTEMPORARY'ENVIRONMENTAL CROSSROADS'. Revista Andaluza de Antropología, (18), 4-20.

Dourojeanni, M. J. (2022). Perspectivas del manejo de la fauna en América Latina. Ecología Aplicada, 21(1), 77-89

Domínguez, J. L. C. (2023). Posesión de animales exóticos como mascotas en México, una aproximación criminológica verde desde los reportes hemerográficos durante 2008-2018. Constructos Criminológicos, 3(5), 127-154.

Garrido, M. L. (2022). Una aproximación a la problemática del tráfico de especies protegidas en la UE y España. Implicaciones para la seguridad. Revista de Pensamiento Estratégico y Seguridad CISDE, 7(1), 41-66.

Hurtado Corral, M. B. (2023). Evaluación de Estereotipias como indicadores de estrés en loras Amazonas del Bioparque Amaru.

Juez, J. (2020). Productividad Extrema: Como ser más eficiente, producir más, y mejor. Julio Juez.

Luzuriaga Rodríguez, S. L. (2023). Evaluación del rol de las instituciones competentes sobre el tráfico de la fauna silvestre en la Provincia Sucumbíos, Ecuador.

López, C. O. C., Franco, N. E. J., & Rivadeneira, J. L. G. (2022). Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en Morona Santiago. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 7(1),1.

Mateus Morales, D. B. (2023). Revisión bibliográfica de las técnicas y metodologías directas e indirectas para el monitoreo del zorro andino ecuatoriano (lycalopex culpaeus reissii) (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi,(UTC)).

Molina, A. (2019). Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. Agronomía Mesoamericana, 601-611.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2019). Plan de acción para el control al tráfico, caza y pesca ilegal de vida silvestre en el Ecuador continental 2019-2023. Dirección Nacional de Biodiversidad, Quito, Ecuador.

Nieto, E. (2018). Tipos de investigación. Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2, 1-2.

Ordoñez Villalva, M. T. (2023). Tráfico de la fauna silvestre como crimen organizado y su afectación a la biodiversidad en la Amazonía Ecuatoriana (Bachelor's thesis).

Ortiz Millán, G. (2020). Pandemias, zoonosis y comercio de animales silvestres. Revista de Bioética y Derecho, (50), 19-35.

Pedraza Torres, P. (2024). Egos Enjaulados.

Sollund, R. (2017). The Use and Abuse of Animals in Wildlife Trafficking in Colombia: Practices and 113 Injustice. In: Rodríguez Goyes, D., Mol, H., Brisman, A., South, N. (eds) Environmental Crime in Latin America. Palgrave Studies in Green Criminology. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/978-1-137-55705-6_10

Silvestre, F. L., & Alonso, G. R. (2021). Para una teoría del performanymal. De la representación a la presencia animal en el arte contemporáneo. In Anales de historia del arte (Vol. 31, pp. 431-454). Departamento de Historia del Arte.

Torres Chávez, G. A. (2020). Diseño de juego de mesa para informar sobre la depredación de la fauna silvestre de la Selva Peruana en niños de 10 a 15 años de la ciudad de Lima Metropolitana.

Ramírez-Sanmartín, N., Rodrigo-Saa, L., Lobo-Rivero, E., Pérez-Castillo, A., & Percedo-Abreu, M. I. (2023). Mollicutes asociado a mastitis en rebaños bovinos lecheros en la provincia Zamora-Chinchipe, Ecuador. Revista de Salud Animal, 45.

Robles Arias, N. D. R. (2017). Modelo del plan de desarrollo y ordenamiento territorial para el gobierno autónomo descentralizado parroquial rural general Proaño, provincia de Morona Santiago, periodo 2016-2020 (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2023-1. https://www.iucnredlist.org. Accessed on.

Vela Núñez, A. M. (2019). Rescate y conservación de conocimientos etnobotánicos de la comunidad de Ashambuela en la parroquia El Sagrario del cantón Cotacachi de la provincia de Imbabura (Doctoral dissertation, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Sede Ibarra).

WCS (2023). Análisis del comercio ilegal de fauna silvestre en zonas fronterizas de Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia según confiscaciones entre 2010 a 2018. Programa Contra el Tráfico de Vida Silvestre (CTVS), Wildlife Conservation Society Andes-Amazonía-Orinoquía (AAO).