

ARTICULO CIENTÍFICO

Fenología del aguái (*Chrysophyllum gonocarpum*) en el bosque Seco Chiquitano del Jardín Botánico Municipal de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Betty Flores Llampá¹ y Marilin Castillo Alvares¹

¹Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno,, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Email de contacto: bettyfloreslla@gmail.com,

Betty Flores <https://orcid.org/0000-0003-0802-4528>

Marilin Castillo Alvares <https://orcid.org/0009-0003-6611-1803>

RESUMEN

La fenología del aguái (*Chrysophyllum gonocarpum*, Sapotaceae) fue estudiada en el Bosque Seco Chiquitano del Jardín Botánico de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Se monitorearon 52 individuos entre los años 2022 y 2024. Los resultados evidenciaron una floración bimodal con picos en enero-abril y agosto-noviembre. Este proceso exhibió un comportamiento dual: una fase asincrónica entre septiembre y diciembre (0.35) y eventos concentrados de sincronía en enero (0.80) y febrero (0.78). Por su parte, la fructificación mostró cohortes solapadas y una limitada producción de frutos maduros, vinculada a la escasez de polinizadores y la depredación. La foliación se mantuvo constante todo el año, con picos de brotación asociados a la disponibilidad hídrica. Conocer esta dinámica fenológica permite predecir la oferta alimenticia para la fauna silvestre y servir como base científica directa para optimizar la colecta sostenible de semillas en los meses de alta sincronía, planificar proyectos de restauración ecológica eficientes, gestionar la conservación de la vida silvestre local y aprovechar de manera segura sus recursos.

Palabras clave: bosque seco chiquitano, fenología, floración, foliación, fructificación.

Phenology of Aguái (*Chrysophyllum gonocarpum*) in the Chiquitano Dry Forest of Municipal Botanical Garden of Santa Cruz de la Sierra city, Bolivia

ABSTRACT

The phenology of aguái (*Chrysophyllum gonocarpum*, Sapotaceae) was studied in the Chiquitano Dry Forest of the Santa Cruz de la Sierra city of Botanical Garden, Bolivia. A total of 52 individuals were monitored between the year of 2022 and 2024. The results revealed a bimodal flowering pattern with peaks in January-April and August-November. This process exhibited a distinct dual behavior: a highly asynchronous phase between September and December (0.35) and concentrated events of high synchrony in January (0.80) and February (0.78). Conversely, fruiting showed overlapping cohorts and limited production of mature fruits, linked to pollinator scarcity and predation. Leafing remained constant

throughout the year, with flushing peaks associated with water availability. Understanding this phenological dynamic allows for predicting food supply for wildlife and serving as a direct scientific baseline to optimize sustainable seed collection during high-synchrony months, plan efficient ecological restoration projects, manage local wildlife conservation, and safely exploit its resources.

Keywords: Chiquitano dry forest, flowering, foliation, fruiting, phenology

INTRODUCCIÓN

La fenología comprende el estudio de las fases o actividades periódicas del ciclo biológico de las plantas, tales como la brotación, floración, fructificación y caída de sus hojas, y cómo estas responden a los cambios en las condiciones climáticas (Fenner 1998, Shen et al. 2015). Estos ciclos biológicos de las plantas, juegan un rol muy importante en la dinámica de las comunidades, así como en la sincronización de la disponibilidad de recursos y los ciclos reproductivos de polinizadores, dispersores y herbívoros (Van Schaik et al. 1993).

Chrysophyllum gonocarpum (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl. es un árbol nativo de Sudamérica, comúnmente conocido como aguái y pertenece a la familia Sapotaceae. Su distribución abarca principalmente los bosques de tierras bajas y estribaciones montañosas de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Según Araujo-Murakami (2019), la especie habita climas húmedos pluviales hasta húmedos estacionales, es más frecuente en la Amazonia occidental y/o preandina y subandina. *Chrysophyllum gonocarpum* tiene árboles que alcanzan alturas de 15 a 30 metros en condiciones óptimas de selva primaria, sus frutos son carnosos, dulces y constituyen una fuente primaria de alimento de aves y mamíferos frugívoros (Araujo-Murakami 2019), facilitando la dispersión de semillas a larga distancia y contribuyendo a la estructura y composición de la vegetación (Howe y Smallwood 1982). Asimismo, las flores de *C. gonocarpum* atraen una diversidad de insectos nectarívoros que promueven la polinización entomófila y fortalecen las redes tróficas en hábitats fragmentados (Van Schaik et al. 1993).

Desde el punto de vista etnobotánica y farmacológica, el género *Chrysophyllum* es altamente valorado por las propiedades nutritivas de sus frutos, y sus hojas y el tallo se utiliza en la medicina tradicional por sus propiedades curativas en las comunidades rurales de zonas tropicales (Doan et al. 2018; Emudainohwo et al. 2015), por ejemplo los guaraníes de las Misiones de Argentina preparan de la corteza de *C. gonocarpum* una medicina contra la debilidad (Martinez Covretto 2012). Por otro lado, los análisis químicos de la corteza, hojas y frutos del género *Chrysophyllum* han demostrado la presencia de nueve compuestos antioxidantes polifenólicos y saponinas con potencial terapéutico contra patógenos resistentes y estrés oxidativo, además, contienen vitaminas, proteínas y otros nutrientes (Ademoye et al. 2018, Emudainohwo et al. 2015, Luo et al. 2002). En Brasil han realizado un ranking de los frutos comestibles más promisorios y dentro del cual se incluyó a la especie de *Chrysophyllum gonocarpum* (Luo et al. 2002, Teixeira et al. 2019). A pesar de la relevancia ecológica y socioeconómica de *C. gonocarpum*, la información sobre su fenología reproductiva en Bolivia es limitada. Esta escasez de datos precisos sobre los patrones de floración y fructificación obstaculiza tanto la planificación de las cosechas como el desarrollo de estrategias para su manejo sostenible y conservación. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar y analizar los patrones fenológicos de *C. gonocarpum* en el bosque Seco Chiquitano del Jardín Botánico Municipal de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en el Jardín Botánico Municipal de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, el cual está localizado a 8,5 km al este de la ciudad (17° 46'15" S 63° 04'11" O) a una altitud de 375 m s.n.m. (Figura 1). El clima es termo tropical pluvioestacional subhúmedo (Navarro 2011), con periodo húmedo de noviembre a abril y un periodo seco de mayo a octubre. La topografía es terreno plano y atravesado por el arroyo Guapilo. Según Navarro (2011), el Jardín Botánico se encuentra en la provincia biogeográfica Cerradense Occidental dentro del sector Chiquitano Cruceño. Según Araujo-Murakami (2019) en el Jardín Botánico, existen dos tipos de bosques: el bosque semideciduo chiquitano y el bosque inundable chaqueño. El bosque semideciduo chiquitano se caracteriza por presentar árboles relativamente grandes con alturas de entre 10 y 15 metros, donde predominan las familias Mimosaceae, Phytolaccaceae, Nyctaginaceae, Apocynaceae, Fabaceae, Lauraceae y Sapotaceae. Por otro lado, el bosque chaqueño presenta árboles más pequeños con alturas que van de 4 a 6 metros, donde las familias Rhamnaceae, Ulmaceae, Myrtaceae, Bromeliaceae y Cactaceae (Uslar *et al.* 2004).

Caracterización de *Chrysophyllum gonocarpum*

Chrysophyllum gonocarpum, pertenece a la familia Sapotaceae; es perennifolio o semideciduo que alcanza alturas de 10 a 30 m (Coimbra 2014, Judkevich *et al.* 2019, López *et al.* 2018). El tronco es recto con corteza rugosa y presencia de látex blanquecino, la madera posee una densidad media-alta y es utilizada en construcciones y carpintería (Judkevich *et al.* 2019). Las hojas son simples, alternas, coriáceas y de forma lanceolada a elíptica y presentan una venación pinnada prominente y un color verde oscuro brillante en el haz (Judkevich *et al.* 2019). Las flores son pequeñas, actinomorfas y hermafroditas, dispuestas en fascículos axilares, la corola es de color blanco-verdoso o amarillento (Judkevich *et al.* 2019). Los frutos son bayas globosas u ovoideas, con marcadas costillas longitudinales (carácter que le da el epíteto *gonocarpum*); al madurar, se tornan amarillos o anaranjados y la pulpa es poco abundante, con niveles de dulzura muy variables (López *et al.* 2018). Las semillas son planas de color café oscuro brillante, con una cicatriz lateral y pueden variar de 1 a 5 semillas (Coimbra, 2014).

Muestreo y registro de datos

Para establecer los periodos de floración y fructificación de *Chrysophyllum gonocarpum* se seleccionaron 52 árboles mayores a 10 cm de DAP, debido a que los árboles de este diámetro o mayores, tendrían mayor probabilidad de reproducción (Bullock y Solís-Magallanes 1990). Los árboles seleccionados fueron enumerados, marcados y georreferenciados (Figura 1), para facilitar su posterior ubicación y el mayor número de árboles seleccionados se encuentra entre 21 y 30 cm de DAP. Las observaciones fueron realizadas quincenalmente desde junio de 2022 hasta agosto de 2024 con binoculares. La producción de nuevas hojas se registró observando la presencia de yemas y brotes en el ápice de las ramas. La floración se registró observando la presencia de botones florales hasta la antesis de las últimas flores. La fructificación se registró desde el desarrollo de los (frutos inmaduros de coloración verde) hasta completar su desarrollo (presentan cambios de color en el pericarpio de color amarillento). La intensidad de los eventos fenológicos se determinó siguiendo la metodología presentada por Vílchez *et al.* (2004). El cual consistió en 3 categorías: 0 = ausencia de fenofase, 1 = presencia de fenofase poco intensa (hasta el 25% de la copa del árbol con presencia de fenofase), 2 = fenofase intermedia (26 a 50% de la copa del árbol), 3 = fenofase intensa (51 a 75% de la copa presenta fenofase) y 4 = fenofase (76 a 100%).



Figura 1. Mapa de ubicación de los árboles de aguái seleccionados para el monitoreo fenológico en el Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz Bolivia.

Análisis de datos

Para representar la intensidad de cada fenofase: botón floral, flor abierta, fruto inmaduro, fruto maduro, hojas nuevas de *C. gonocarpum*, se calculó un porcentaje promedio de los valores registrados por mes y por año de evaluación de todos los individuos. La estadística descriptiva se realizó mediante histogramas con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2020). Para determinar el índice de actividad sincrónica de la fenofase mensual, se determinó al dividir el número de individuos en una determinada fenofase entre el número de individuos muestreados. Es considerado asincrónico cuando el valor es $< 0,25-0,5$; es considerado sincrónico intermedio cuando el valor es de $0,5-0,75$ y altamente sincrónico cuando el valor es $> 0,75$ (Duarte-Vargas *et al.* 2020).

RESULTADOS

Como resultado de los 52 árboles de *Chrysophyllum gonocarpum* monitoreados, se encontró que la presencia de flores abiertas de septiembre a diciembre fue considerada asincrónica con un valor promedio de 0,35. En cambio, la floración en enero y febrero fue altamente sincrónica con valores de 0,80 y 0,78, respectivamente. La presencia de frutos inmaduros presentó una asincronía con un valor de 0,40. La fenofase de hojas nuevas presentó una sincronía intermedia con un valor promedio de 0,72, la cual estuvo presente de enero a diciembre. La caída de las hojas de *C. gonocarpum* fue considerada de alta a medianamente sincrónica (mayo = 81%, junio = 98%, julio = 94% y agosto = 68%).

Floración

La presencia de botones florales se registró de agosto a diciembre de 2022 y la mayor intensidad de producción de botones florales se registró en diciembre ($x = 60,88$; $ES = 4,28$). En el monitoreo del 2023 y 2024, la mayor intensidad de botones florales se registró en enero ($x = 56,90$; $ES = 4,11$; $x = 34,49$; $ES = 2,27$; respectivamente). En el 2023, del total de árboles monitoreados, el 56% presentó dos eventos de floración; uno de los eventos inició en enero y duró hasta abril, y el segundo evento fue de agosto a noviembre. En cambio, en 2024 solo se observó un evento de floración, el cual coincidió con el pico del año anterior (Figura 2). Los meses con ausencia de botones florales fueron de mayo a julio. Las diferencias en la intensidad de la floración entre meses y años fueron estadísticamente significativas ($f = 17,23 < 0,0001$; $f = 18,03$; $p < 0,0001$, respectivamente).

La fenofase de flor abierta se observó de septiembre a diciembre de 2022 y la mayor intensidad se registró en septiembre ($x = 4,52$; $ES = 1,29$). En el 2023 se registró flor abierta en dos eventos, el primero de enero a marzo y el segundo de septiembre a diciembre, y no se registraron flores abiertas de abril a agosto (Figura 3). La mayor intensidad de flor abierta se registró en noviembre ($x = 11,08$; $ES = 3,08$) y seguida de enero. En el 2024, la mayor intensidad de flor abierta se registró en enero ($x = 12,01$; $ES = 1,29$); en marzo no se registraron flores abiertas; en abril solo un árbol presentaba flor abierta; y de mayo a agosto en ninguno de los árboles se registraron flores abiertas.

Fructificación

La presencia de frutos inmaduros de *Chrysophyllum gonocarpum* en el 2022 se observó desde junio hasta octubre y una mayor intensidad en agosto ($x = 7,99$; $ES = 2,40$) y octubre ($x = 5,82$; $ES = 1,22$), en el 2023, la presencia de frutos inmaduros se observó desde febrero hasta octubre y la mayor intensidad de frutos inmaduros se registró en marzo ($x = 23,21$, $ES = 7,16$) y julio ($x = 16,70$, $ES = 3,36$), en el 2024, los frutos inmaduros se observó desde enero hasta agosto y la mayor intensidad de frutos inmaduros se observó en enero ($x = 14,75$, $ES = 2,31$). Por otro lado, cabe destacar que de mayo a julio el 54% de los árboles presentaban frutos inmaduros de dos a tres tamaños (frutiolos, frutos pequeños y grandes) en el mismo árbol, lo cual correspondía al 50% de los árboles y los restantes árboles no presentaron frutos (Figura 4).

Los frutos maduros se presentaron con mayor intensidad en el mes de julio ($x = 6,25$; $ES = 2,26$) y agosto ($x = 5,25$; $ES = 2,41$) del 2022, en el 2023 se registró mayor intensidad de frutos maduros en febrero ($x = 2,50$; $ES = 1,50$) y en el 2024 solo en marzo se registró frutos maduros en una intensidad muy baja ($x = 0,20$; $ES = 0,20$) y los restantes meses no fueron observados frutos maduros (Figura 5).

Producción de hojas nuevas

El monitoreo de la fenofase de producción de hojas nuevas en *Chrysophyllum gonocarpum* de junio de 2022 hasta agosto de 2024 mostró patrones variables, destacando variaciones significativas entre meses y años ($f = 51,66$; $p < 0,0001$ y $f = 197,91$; $p < 0,0001$). En 2022, la producción de hojas nuevas se observó desde agosto hasta diciembre, con una mayor intensidad en septiembre ($x = 22,66$; $ES = 0,89$) y diciembre ($x = 37,15$; $ES = 2,14$), la cual se extendió hasta enero de 2023, aunque en menor intensidad ($x = 21,51$; $ES = 1,34$). En 2024 (monitoreo hasta agosto), se registró mayor intensidad de producción de hojas nuevas en mayo ($x = 33,40$; $ES = 2,44$) y enero ($x = 30,94$; $ES = 2,22$), con mínimos en agosto (Figura 6).

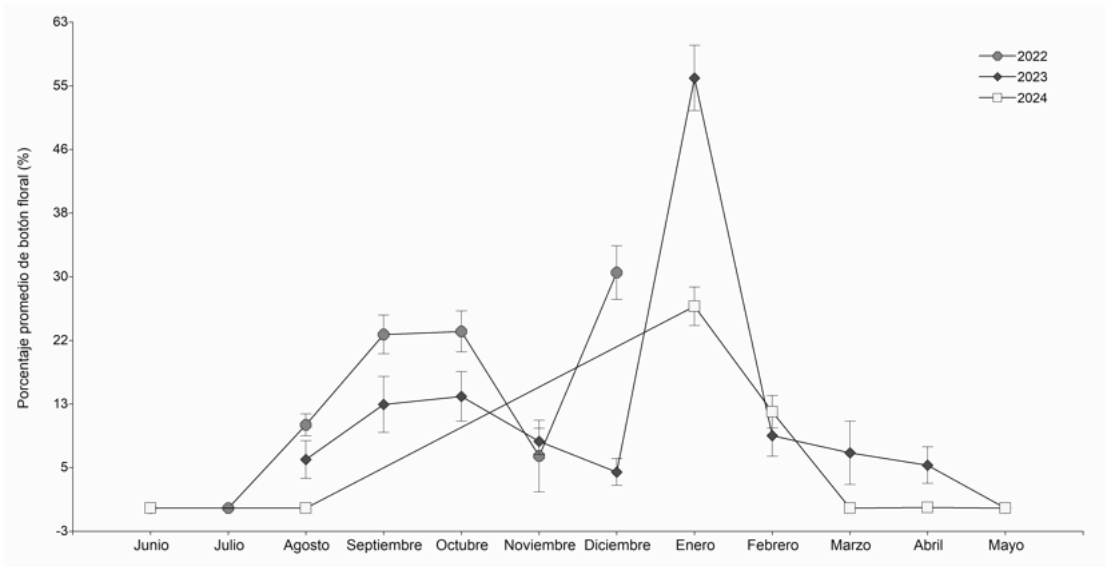


Figura 2. Porcentaje promedio de botones florales de *C. gonocarpum* registrados de junio 2022 a mayo de 2024 en el Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz, Bolivia.

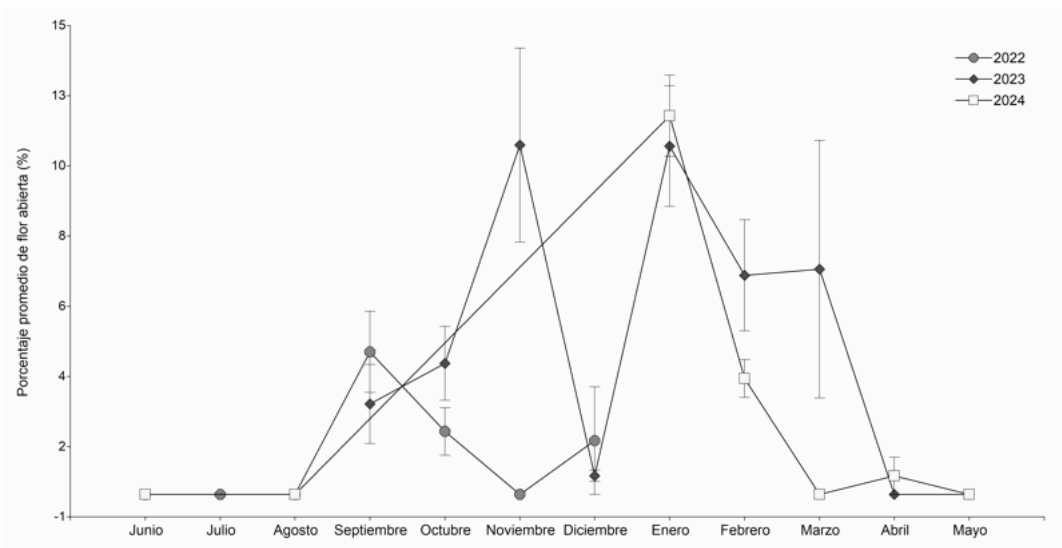


Figura 3. Porcentaje promedio de flor abierta de *C. gonocarpum* registrado de 2022 a 2024.

DISCUSIÓN

La intensidad y sincronía intermedias de la fenofase de *Chrysophyllum gonocarpum* observadas pueden estar relacionadas con el tiempo requerido para su desarrollo y conversión de una fenofase a la otra. Ya que la floración fue tan efímera que, en la mayoría de los casos, ocurrió entre una observación y la siguiente, pasando de botón floral a flor abierta y sin haber sido registrada la flor abierta, esto se puede ver con el bajo porcentaje de registro (de 4% a un máximo de 12%). Por lo tanto, la intensidad de la flor abierta no refleja la sincronía e intensidad de la fenofase. Estos resultados sugieren, que el registro de la floración requiere un monitoreo más frecuente, al menos semanal o un monitoreo mucho más frecuente. Asimismo, se ha documentado que las especies que florecen varias veces al año tienden a tener episodios cortos de floración (Bawa et al. 2003). Los valores máximos de floración registrados en otros estudios realizados en Brasil indican de octubre a diciembre (Jurandy da Cruz 1994) y de septiembre a

diciembre (Felippi *et al.* 2008), este evento coincide con uno de los periodos de floración de *C. gonocarpum*. Nuestros datos, muestran una variación con respecto a los estudios de Brasil, principalmente en el segundo periodo de floración. Esta variación puede estar relacionada con factores exógenos, endógenos y evolutivos, entre los factores exógenos podemos mencionar, condiciones climáticas, actividad de los agentes polinizadores, la viabilidad del polen, factores antropogénicos, entre otros (Williams-Linera y Meave, 2000).

Producción de flores y frutos

La presencia de botones florales entre agosto y enero en *C. gonocarpum* coincide con los patrones observados para Sapotaceae en bosques estacionales, donde la actividad reproductiva suele sincronizarse con la transición de la época seca a la húmeda (Frankie *et al.* 1974). El patrón bimodal de la floración también se ha documentado en otras especies de las familias Sapotaceae, Fabaceae y Moraceae (Monasterio y Sarmiento 1976). Los mismos autores indican que la capacidad de algunas especies de repetir la floración en distintos momentos del año se interpreta como una respuesta adaptativa a la variabilidad climática. En cambio, Williams-Linera y Meave (2000) indican que la floración bimodal o trimodal es una estrategia adaptativa frente a factores climáticos y ecológicos. Por otro lado, la capacidad de continuar produciendo nuevas flores de manera continua a lo largo de una temporada aumenta la posibilidad de una polinización exitosa, lo cual aumenta el éxito reproductivo y la producción de frutos (Ahmad *et al.* 2021). El tiempo de duración de la flor abierta también influye en el éxito reproductivo; Felippi *et al.* (2008) registraron una duración aproximada de 24 horas de permanencia de las flores abiertas de *C. gonocarpum*, tiempo en que tendrían que recibir polen compatible para tener éxito reproductivo.

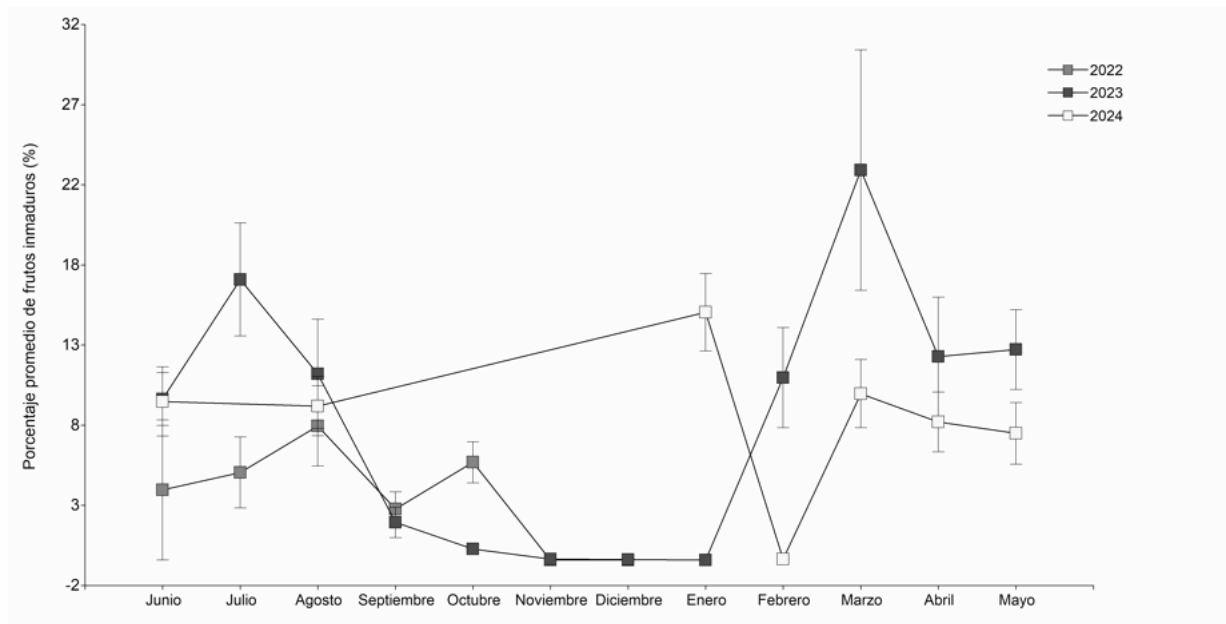


Figura 4. Porcentaje promedio de frutos inmaduros de *C. gonocarpum* registrado de 2022 a 2024.

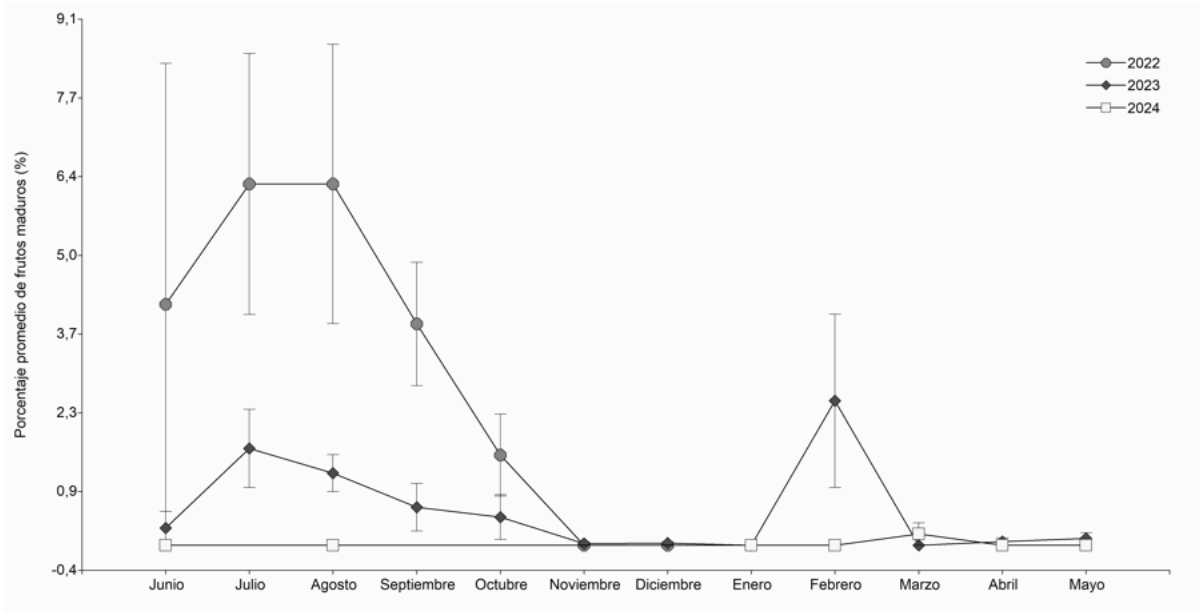


Figura 5. Porcentaje promedio de frutos maduros de *C. gonocarpum* registrados de 2022 a 2024.

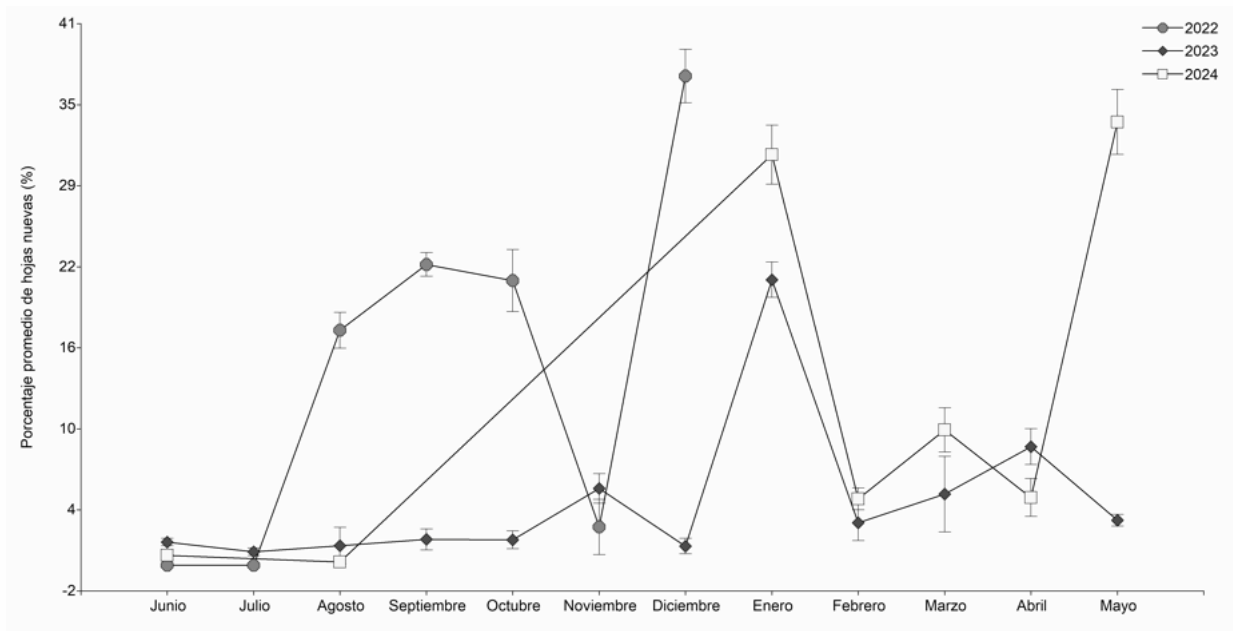


Figura 6. Porcentaje promedio de hojas nuevas de *C. gonocarpum* registradas de 2022 a 2024.

La marcada disminución de frutos maduros hacia 2024, a pesar de la alta producción de botones, podría estar relacionada con la limitación de polinizadores, el aborto de frutos y la depredación antes de la maduración de los frutos (depredación predispersión). La discrepancia entre la floración masiva y la baja maduración podría estar vinculada a la depredación predispersiva, común en esta familia Sapotaceae (Janzen 1971). Felipii *et al.* (2008) reportaron altas tasas de aborto de flores e indicaron que los factores como sequía, viento o lluvias fuertes pueden provocar aborto floral y reducir la formación de frutos.

El hallazgo de frutos de tres tamaños diferentes (frutiolos, pequeños y grandes) en un mismo árbol entre mayo y julio es un indicador de asincronía intraindividual. Este fenómeno ha sido documentado en especies del género *Chrysophyllum* en bosques neotropicales, donde el solapamiento de cohortes asegura una oferta constante de alimento para la fauna frugívora (Van Schaik *et al.* 1993). Esta característica es vital desde el punto de vista ecológico, ya que convierte a *C. gonocarpum* en una especie de sustento para aves y mamíferos durante periodos de escasez de otros frutos (Justiniano y Fredericksen 2000, Terborgh 1986).

Producción de hojas nuevas

Los patrones observados en la producción de hojas nuevas de *Chrysophyllum gonocarpum* durante 2022-2024 muestran variaciones entre diferentes meses y años, típicos de especies arbóreas tropicales que mantienen la fotosíntesis continua, pero ajustan la renovación de sus hojas con la disponibilidad hídrica (Daubenmire 1972, Van Schaik *et al.* 1993, Wright 1996). Los picos recurrentes de diciembre a enero (ej. 2022: $x = 22,66$, $x = 37,15$; 2023-2024: $x \sim 21-31$) coinciden con el inicio de la estación lluviosa en esta región (Santa Cruz, Bolivia), donde algunos estudios indican que los pulsos pluviométricos activan brotaciones apicales para maximizar la captura de CO₂ (Kikuzawa y Ackerly 1999, Reich y Borchert 1984).

CONCLUSIONES

En cuanto a la sincronía de la floración en *C. gonocarpum* tuvo un comportamiento dual marcado, entre septiembre y diciembre fue altamente asincrónica (0,35), mientras que en enero y febrero fue altamente sincrónica (0,80 y 0,78, respectivamente).

El 56% de la población arbórea mostró dos picos de floración anuales (enero-abril y agosto-noviembre), con diferencias mensuales e interanuales, donde la mayor intensidad de flores abiertas presentó una variación interanual.

Del total de la población monitoreada, solo el 54% presentó frutos inmaduros y los restantes, aunque florecieron, no llegaron a producir frutos. Asimismo, se observó un solapamiento fenológico interno entre mayo y julio al sostener simultáneamente hasta tres cohortes distintas de desarrollo de frutos (frutiolos, frutos pequeños y grandes).

La presencia de hojas nuevas se mantuvo en una sincronía intermedia (0,72) y una presencia ininterrumpida de enero a diciembre, lo que ratifica la persistencia fotosintética de la especie. Sin embargo, la tasa de foliación varió significativamente entre meses y años, alcanzando picos máximos vinculados a las transiciones hídricas en diciembre de 2022.

Conocer la dinámica fenológica de *C. gonocarpum*, permite optimizar la colecta sostenible de semillas en los meses de alta sincronía para los proyectos de restauración ecológica y el aprovechamiento sostenible de recursos medicinales y nutritivos, lo que permite predecir la disponibilidad de alimento para la fauna silvestre.

AGRADECIMIENTOS

Al Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz de la Sierra, por permitirnos el acceso a sus instalaciones y brindar las facilidades necesarias para el desarrollo del trabajo de campo. A la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), por el apoyo institucional fundamental para la ejecución de este estudio. Asimismo, expresamos nuestro especial agradecimiento a Daniel Soto y Fernando del Águila, por su valiosa guía en la ubicación e identificación de los árboles de aguái. Finalmente, destacamos la participación activa de Daniela Choré García, David Rivero, Fabiana Saavedra Yovio, Iván Pérez, José Bily Aucachi, Juan Carlos Rengel Mejia, Karina Estrada, Lisbeth Cerezo, Natalia Salvador, Richard Chaca y Shirley Coronado Alpiri, quienes colaboraron en las distintas etapas del monitoreo, siendo su apoyo indispensable para la toma de datos y el éxito de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Ademoye, M. A.; Lajide, L.; Owolabi, B. J. y Onubogu, C. C. 2018. GC-MS Analysis of raw and roasted seeds of *Chrysophyllum albidum*, a medicinal plant used for the treatment of tuberculosis. *Int. J. Sci. Res. Manag.* 6(08):1-11.
- Ahmad, M.; Uniyal, S. K.; Batish, D. R.; Rathee, S.; Sharma, P. y Singh, H. P. 2021. Flower phenological events and duration pattern is influenced by temperature and elevation in Dhauladhar mountain range of Lesser Himalaya. *Ecological Indicators* 129(107902):1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107902>
- Araujo-Murakami, A.; Alvarez, S.; Gutierrez, G.S. y Melgar, D.G. 2019. Plantas del Jardín Botánico Municipal de Santa Cruz de la Sierra; Volumen III: Frutales. Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, Santa Cruz, Bolivia, 290 pp.
- Bawa, K. S.; Kang, H. y Grayum, M. 2003. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest trees. *American Journal of Botany* 90(6): 877-887.
- Bullock, S. H. y Solis-Magallanes, J. A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22(1): 22-35.
- Coimbra, M.D.J. 2014. Guía de frutos Silvestres comestibles de la Chiquitania. Editorial FCBC. Santa Cruz, Bolivia. 112pp.
- Daubenmire, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. *The Journal of Ecology* 147-170.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. 2020. InfoSfostat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Doan, H. V.; Riyajan, S.; Iyara, R. y Chudapongse, N. 2018. Antidiabetic activity, glucose uptake stimulation and α -glucosidase inhibitory effect of *Chrysophyllum cainito* L. stem bark extract. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18: 267-277. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2328-0>
- Duarte-Vargas, J. H.; Melo, O.; Mora-Delgado, J.; Castañeda-Serrano, R. y Váquiro, H. 2020. ¿Como estimar la etapa fenológica de los árboles con un método práctico? *Agroforestería Neotropical* 10:39-46.
- Emudainohwo, J.O.T.; Erhirhie, E.O.; Moke, E.G. y Edje, K.E. 2015. A comprehensive review on ethno-medicine, phytochemistry and ethnopharmacology of *Chrysophyllum albidum*. *Journal of Advances in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 3(4):147-154.
- Felippi, M.; Grossi, F.; Nogueira, A. y Kuniyoshi, Y.S. 2008. Fenología e Germinação de sementes de aguai, *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. y Eichl.) Engl. *Floresta* 38(2): 229-243.

- Howe, H. F. y Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 201-228.
- Janzen, H. D. 1971. Seed Predation by Animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Judkevich, M.D.; Alayón, L.P. y Gonzalez, A.M. 2019. Morfología-anatomía floral del Aguái: *Chrysophyllum gonocarpum* (Sapotaceae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 54:85-86.
- Jurandyr da Cruz, A. 1994. Fenología de cinco especies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke. Manaus, Am. *Acta Amazonica* 24: 161-181.
- Justiniano, M. y Fredericksen, T.S. 2000. Fenología de especies arbóreas en bosques secos bolivianos. *Biotropica* 32: 276-281.
- Kikuzawa, K. y Ackerly, D. 1999. Significance of leaf longevity in plants. *Plant Species Biology* 14(1): 39-45. <https://doi.org/10.1046/j.1442-1984.1999.00005.x>
- López, A. E.; Alayón, L. P. y Taiariol, D. R. 2018. Aguái (*Chrysophyllum gonocarpum*). PROCISUR IICA. Argentina. 17pp.
- Luo, X.-D., Basile, M. y Kennelly, E. 2002. Polyphenolic antioxidants from the fruits of *Chrysophyllum cainito* L. (Star Apple). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 1379-1382. <https://doi.org/10.1021/jf011178n>
- Martinez Covretto, R. N. 2012. Estudios etnobotánicos V. Nombres de plantas y su utilidad según los Mbya Guaraní de Misiones, Argentina. *Bonplandia* 21(2): 109-133.
- Monasterio, M. y Sarmiento, G. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. *Journal of Biogeography* 3: 325-356.
- Reich, P. B., y Borchert, R. 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 72(1): 61-74.
- Teixeira, N.; Melo, J.C.S.; Batista, L. F.; Paula-Souza, J.; Fronza, P. y Brandão, M.G. L. 2019. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. *Food Research International* 119: 325-348. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.058>
- Terborgh, J. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forests. Pp 371-384. *En: Estrada, A. y Fleming, T. H. (Eds.). Frugivores and seed dispersal.* Junk, Netherlands. Springer. Vol 15. https://doi.org/10.1007/978-94-009-4812-9_32
- Uslar, Y. V.; Mostacedo, B. y Saldias, M. 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 39(1): 25-43.
- Van Schaik, C.P.; Terborgh, J.W. y Wright, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24:353-377.
- Vílchez, B.; Chazdon, R. L. y Redondo, A. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical. *Kurú: Revista Forestal Mesoamericana* 1(2):1-10.
- Williams-Linera, G. y Meave, J. 2000. Patrones fenológicos. Pp. 407-437. *En: Guariguata, M. R. y Kattan, G. H. (Eds.). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales.* LUR, San José, Costa Rica. 677pp.
- Wright, S.J. 1996. Phenological responses to seasonality in tropical forest plants. Pp. 440-460. *En: Mulkey, S. S.; Chazdon, R. L. y Smith, A. P. (Eds.). Tropical Forest Plant Ecophysiology.* Springer, Boston, MA, US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1163-8_15