

Estado de la publicación: El preprint ha sido publicado como artículo en una revista
DOI del artículo publicado: <https://doi.org/10.22386/ca.v9i1.318>

Fenología de Sapotaceae de interés en la selva baja de la cuenca del río Madre de Dios

Gustavo Martínez-Sovero, Sebastian Iglesias-Osores

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1083>

Enviado en: 2020-08-09

Postado en: 2020-08-11 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

Fenología de *Sapotaceae* de interés en la selva baja de la cuenca del río Madre de Dios.

Phenology of *Sapotaceae* of interest in the lower jungle of the Madre de Dios river basin.

Martínez-Sovero, Gustavo, Biólogo Botánico, martinezsovero@gmail.com, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Calle Juan XXIII 391. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2030-3004>

Iglesias-Osores, Sebastian, Biólogo, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Calle Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4984-4656>

Fuentes de financiamiento: Financiado por Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

Conflictos de interés: se señala no tener conflictos de interés.

Autor corresponsal: Sebastian Iglesias-Osores, email: sebasiglo@gmail.com, siglesias@unprg.edu.pe

Contribuciones de los autores: GM fue responsables de la concepción del estudio. GM recolectó los datos. SI contribuyó al análisis de los datos. SI escribió el borrador inicial con todos los autores proporcionando comentarios críticos y ediciones para revisiones posteriores. Todos los autores aprobaron el borrador final del manuscrito. Todos los autores son responsables de todos los aspectos del trabajo para garantizar que las preguntas relacionadas con la precisión o integridad de cualquier parte del trabajo se investiguen y resuelvan adecuadamente.

Declaración de intereses: Todos los demás autores declaran no tener intereses en competencia.

Fuentes de financiamiento: Autofinanciado.

Conflicto de interés: se señala no tener conflictos de interés.

Resumen

Entre enero y agosto del 2007, el género *Pouteria* presentó uniformidad en las fenofases de botón, flor y fruto verde, con intervalos de producción entre 4 y 5 equivalente de 60 a 100 % de fenofase reproductiva. La fenofase de fruto maduro llegó a ser la más baja para este género, pero superior a la producción de *Manilkara* y *Micropholis* con valores fenológicos de 2 de producción. Para *Manilkara* y *Micropholis* la producción no es uniforme considerando la alta diferencia que presentan sus valores fenológicos durante el periodo de evaluación. El bosque de bajío muestra mayor número de Sapotaceae con un total de 71 individuos agrupados en 4 géneros *Pouteria*, *Manilkara*, *Micropholis* y *Ecclinusa*, de los cuales solo 61 individuos y tres géneros: *Pouteria*, *Manilkara*, *Micropholis*, presentaron al menos una fenofase reproductiva. Para los bosques de Quebrada y Terraza Alta el género *Pouteria* alcanzó un total de 12 y 10 individuos con producción respectivamente. Otros géneros como *Manilkara* y *Micropholis*, registraron entre 17 y 12 individuos con producción. El género *Ecclinusa*, no presentó producción durante los meses de evaluación. Los Bosque de Colina y Bosque de Terraza Baja, no presentaron fenofase reproductivas para esta familia. Durante el periodo de evaluación enero – agosto, ninguna de las especies monitoreadas sufrió cambios en el follaje. Se observó que las familias Sapotaceae inicia el periodo reproductivo entre fines de la estación húmeda (marzo) y fines de la estación seca (agosto). Los picos más altos de producción para botón y flor se registraron entre marzo y mayo con valores fenológicos de hasta 5 para ambos casos; para el fruto verde el pico más alto fue registrado en julio con valores de hasta 4 que representan el 61 a 80% de producción de la fenofase en estudio. La producción de fruto maduro está por debajo del resto de fenofase con valores de hasta 2 como máximo.

Palabras clave: fenología, Sapotaceae, bosque tropical, Madre de Dios.

Abstract

Between January and August 2007, the genus *Pouteria* presented uniformity in button, flower, and green fruit phenophases, with production intervals between 4 and 5 equivalent to 60 to 100% reproductive phenophase. The phenophase of ripe fruit was the lowest for this genus, but higher than the production of *Manilkara* and *Micropholis* with phenological values of 2 of production. For *Manilkara* and *Micropholis*, the production is not uniform considering the high difference that their phenological values present during the evaluation period. The shallows forest shows a greater number of Sapotaceae with a total of 71 individuals grouped into 4 genera *Pouteria*, *Manilkara*, *Micropholis*, and *Ecclinusa*, of which only 61 individuals and three genera: *Pouteria*, *Manilkara*, *Micropholis*, presented at least one reproductive phenophase. For the Quebrada and Terraza Alta forests, the genus *Pouteria* reached a total of 12 and 10 individuals with production, respectively. Other genera such as *Manilkara* and *Micropholis*, recorded between 17 and 12 individuals with production. The genus *Ecclinusa* did not present production during the evaluation months. The Colina Forest and the Lower Terrace Forest did not present the reproductive phenophase for this family. During the evaluation period January - August, none of the monitored species suffered changes in the foliage. It was observed that the Sapotaceae families start the reproductive period between the end of the wet season (March) and the end of the dry season (August). The highest production peaks for button and flower were recorded between March and May with phenological values of up to 5 for both cases; for the green fruit, the highest peak was registered in July with values of up to 4 that represent 61 to 80% of the production of the phenophase under study. The production of the mature fruit is below the rest of the phenophase with values of up to 2 as maximum.

Keywords: phenology, Sapotaceae, tropical forest, Madre de Dios.

Introducción

El estudio de los aspectos fenológicos de las plantas implica la observación, el registro y la interpretación del momento de sus eventos de historia de vida que revisa las hojas, la floración y la producción de frutas en una variedad de especies (Fenner, 1998). Una de las etapas fenológicas más susceptibles a las altas temperaturas es la etapa de polinización, (Hatfield & Prueger, 2015) y una mayor evapotranspiración, acorta el ciclo fenológico (López & Gil, 2017). La disminución de la temperatura puede aumentar el crecimiento vegetativo y prolongar el ciclo fenológico (Yu et al., 2010). Las regiones tropicales albergan una parte sustancial de la biodiversidad del mundo y algunos de los biomas más diversos y amenazados del planeta (Vivas et al., 2014). Las plantas están perfectamente ajustadas a la estacionalidad de su entorno, y los cambios en el momento de la actividad de las plantas (es decir, la fenología) proporcionan algunas de las pruebas más convincentes de que las especies y los ecosistemas están siendo influenciados por el cambio ambiental global (Cleland et al., 2007)

Las Sapotaceas tienen látex casi siempre está presente en el tronco, ramas y frutos, generalmente blanco y raramente amarillo (Pennington, 2004). Existen algunas especies que son endémicas de Chile y Perú (Henríquez et al., 2012). Su descripción fenológica representa un ciclo bienal con floración tardía de los botones florales durante el período más caluroso del año (Kechairi et al., 2018). Muchas especies de *Sapotaceae* proporcionan productos económicamente importantes como el látex, madera y frutas para consumo humano (Rakotoniaina et al., 2018). El fenómeno de la floración supra-anual y la variación morfológica intraespecífica vegetativa significa que el análisis de flores y frutos es necesario para la identificación correcta de muchas especies de *Sapotaceae* (Pennington, 2004). La fenología de las especies de plantas como las *Sapotaceas* han mostrado una su relación con factores tanto bióticos como abióticos del medio ambiente en el que se desarrollan (van Schaik et al., 1993). Ante la necesidad de un mayor conocimiento sobre esta área, se planteó como objetivo de investigación estudiar la fenología de algunas especies de *Sapotaceae* en la selva baja de la cuenca del río Madre de Dios.

Métodos

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en el departamento de Madre de Dios, en tres zonas distintas: el Centro de monitoreo N° 01 ubicado en la boca del Río Los Amigos (12° 34' 38.44" LS y 70° 04' 10.84" LW), afluente del Río Madre de Dios, el puesto de control Malonowski en la Reserva Nacional Tambopata (WWF) (12° 56' 14.16" LS y 69° 31' 19.66" LW) y el Centro de Investigación Tambopata (TRC) (13° 7' 37.67" LS y 69° 36' 26.84" LW).

En todas las áreas de estudio el bosque fue caracterizado, tal es así que se pudieron distinguir: **Bosque de Bajío**, de topografía relativamente plana y extensa con suelo arcilloso y con mal drenaje. Son bosques inundados periódicamente por acción de lluvias torrenciales, ocupan grades superficies de terrenos planos o en depresión leve. **Bosque de Terraza baja**, con terrenos inundados periódicamente, su topografía predominantemente plana de 0 a 5 % de pendiente y en algunas áreas varia a plana cóncava ligeramente depresionada, su altitud promedio es de 295 msnm. **Bosque de Terraza alta**, estas áreas presentan una alta diversidad de habitat donde, generalmente, el dosel del bosque es muy alto y la densidad de sotobosque es variada. Entre los hábitats más notorios tenemos el dosel mismo, donde se desarrolló una vida arbórea muy rica. Los cursos de agua en estas terrazas están bien definidos con un cause marcado y a veces profundo con una vegetación ribereña rala. **Bosque de Colina**, localizados en las partes más altas de las pequeñas mesetas entre los 250 a 340 metros de altitud, relieve del terreno ondulado, suelos arcilloso-arenoso, relativamente pobres, con poca capacidad de retener agua y poca materia orgánica en el suelo. Presentan dosel bajo discontinuo y menos de 30 m de alto. Es frecuente encontrar árboles caídos por acción de los vientos y **Bosque de Quebrada**, ubicado a cada lado de las quebradas de las terrazas altas, con vegetación adaptada a inundaciones esporádicas durante la época de lluvias.

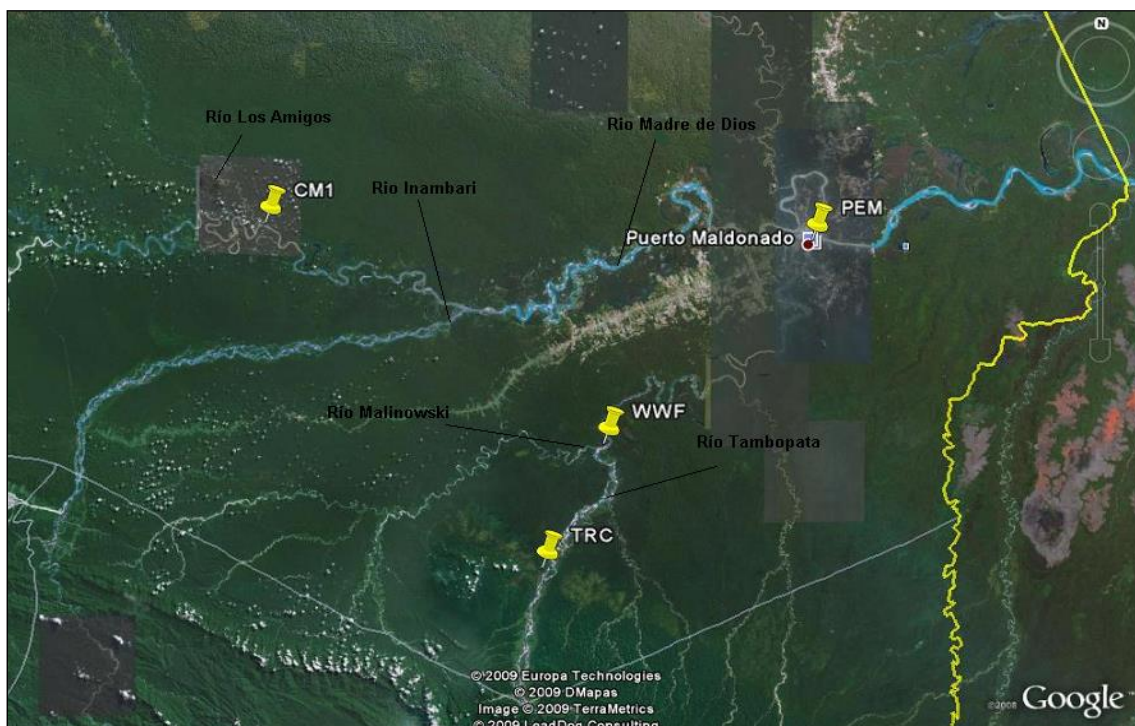


Figura 1. Mapa político del Perú, señalando la región de Madre de Dios Fig. 3.-Ubicación de las zonas de estudio: CM1, WWF y TRC.

Delimitación de transectos

En cada uno de los cinco tipos de bosque, fueron instalados transectos de 6000 metros donde se realizaba la búsqueda de individuos de la familia en interés.

Caracterización de las especies y especímenes en estudio

Las especies para evaluar debían presentar un diámetro altura-pecho (DAP) mayor de 10 cm y encontrarse libre de lianas (Fenología), asimismo otras características evaluadas fueron: tipo de bosque, color y textura látex, altura. Para el proceso de herborización los especímenes debían presentar: fruto, flor y/o inflorescencia.

Monitoreo fenológico

Se realizó mediante la modificación de la técnica de Fournier (1975), Tabla 1:

Tabla 1: modificación de fenofase según Fournier (1975) para la identificación fenológica (Fournier-Oraggi & Charpentier-Esquivel, 1975).

Escala	Rango	Según Fournier	Modificación
0	Ausencia de fenofase		
1	Presencia de alguna fenofase	1 a 25%	1 a 20 %
2	Presencia de alguna fenofase	26 a 50%	21 - 40%
3	Presencia de alguna fenofase	51 a 75%	41 a 60%
4	Presencia de alguna fenofase	76 a 100%	61 a 80%
5	Presencia de alguna fenofase	-	81 a 100%

Las especies evaluadas fueron marcadas con clavos y placas enumeradas, de aluminio resaltadas con una cinta azul, para una búsqueda rápida al momento del monitoreo.

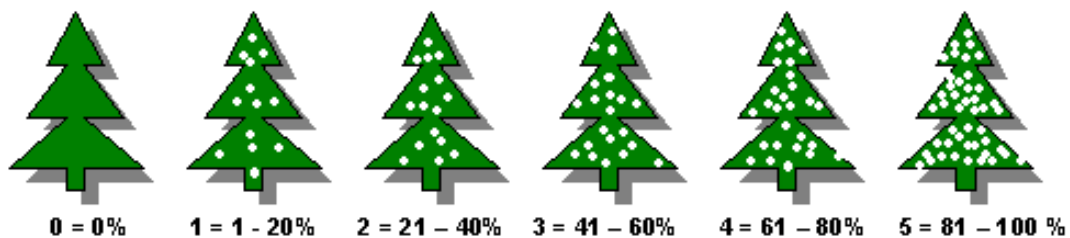


Figura 1. Puntajes promedio fenológicos de presencia según Fournier.

Los datos que a continuación se presentan son el resultado de siete meses de evaluación de enero a agosto del 2007, considerando que la fenología reproductiva está relacionada a valores mayores de 0.

Evaluación de parcelas

Para el establecimiento de parcelas se tuvo presente el tipo de bosque y la geografía del lugar. Una vez ubicada el área se colocó un jalón (poste de madera) o se elige el tronco de un árbol en donde se marcó con una cinta; luego se traza una línea Base de 180 metros lineales la cual se marcó cada 20 metros con una cinta enumerada en forma correlativa, de los puntos marcados se trazan cinco primeras líneas en forma transversal (90°) a la línea base, en donde se extenderá una cinta de 100 metros en forma recta, luego las otras líneas fueron dirigidas en sentido contrario a estas primeras (90° en sentido contrario) para así tener una mayor homogeneidad de datos y evaluación de los transectos (Figura N° 1).

En el caso de encontrar un río, aguajal o cualquier accidente geográfico fue necesario tomar en cuenta ciertas alternativas que ayudaron realizar la parcela (Figura N° 1).

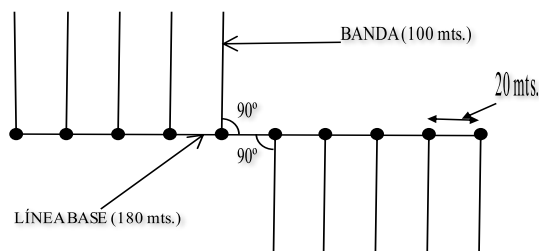


Figura 2. Transectos utilizados para el muestreo de las fases fenológicas.

Resultados

Entre enero y agosto del 2007, el género *Pouteria* presentó uniformidad en las fenofase de botón, flor y fruto verde, con intervalos de producción entre 4 y 5 equivalente de 60 a 100% de fenofase reproductiva. La fenofase de fruto maduro llegó hace la más baja para este género, pero superior a la producción de *Manilkara* y *Micropholis* con valores fenológicos de 2 (21 a 40%) de producción. Para *Manilkara* y *Micropholis* la producción no es uniforme considerando la alta diferencia que presentan sus valores fenológicos durante el periodo de evaluación. Esto nos lleva a determinar que los requerimientos edafoclimáticos del género *Pouteria* estarían proporcionando condiciones necesarias para su desarrollo (Figura 5).

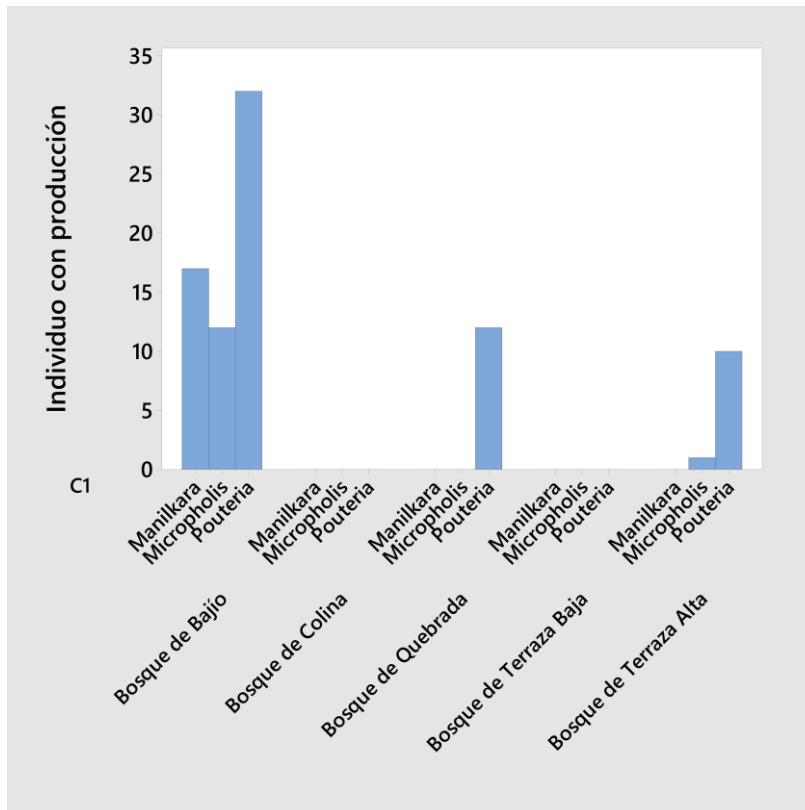


Figura 3. Relación entre los tipos de bosque y el número de individuos que presentaron alguna de las fenofase monitoreadas

La figura 3 muestra la relación entre los tipos de bosque y el número de individuos que presentaron alguna de las fenofase monitoreadas: botón, flor, fruto verde y fruto maduro. El bosque de bajío muestra mayor diversidad de Sapotaceae con un total de 71 individuos agrupados en 4 géneros (especificamos los géneros), de los cuales solo 61 individuos y tres géneros (especificamos los géneros) presentaron al menos una fenofase reproductiva. Los bosques de Quebrada y Terraza Alta para el género *Pouteria* alcanzó un total de 12 y 10 individuos con producción respectivamente. Otros géneros como *Manilkara* y *Micropholis*, registraron entre 17 y 12 individuos con producción. El género *Ecclinusa*, no presentó producción durante los meses de evaluación. Los Bosque de Colina y Bosque de Terraza Baja, no presentaron condiciones adecuadas para la expresión de fenofase reproductivas. Durante el periodo de evaluación enero – agosto, ninguna de las especies monitoreadas sufrió cambios en el follaje es decir no se registró defoliación.

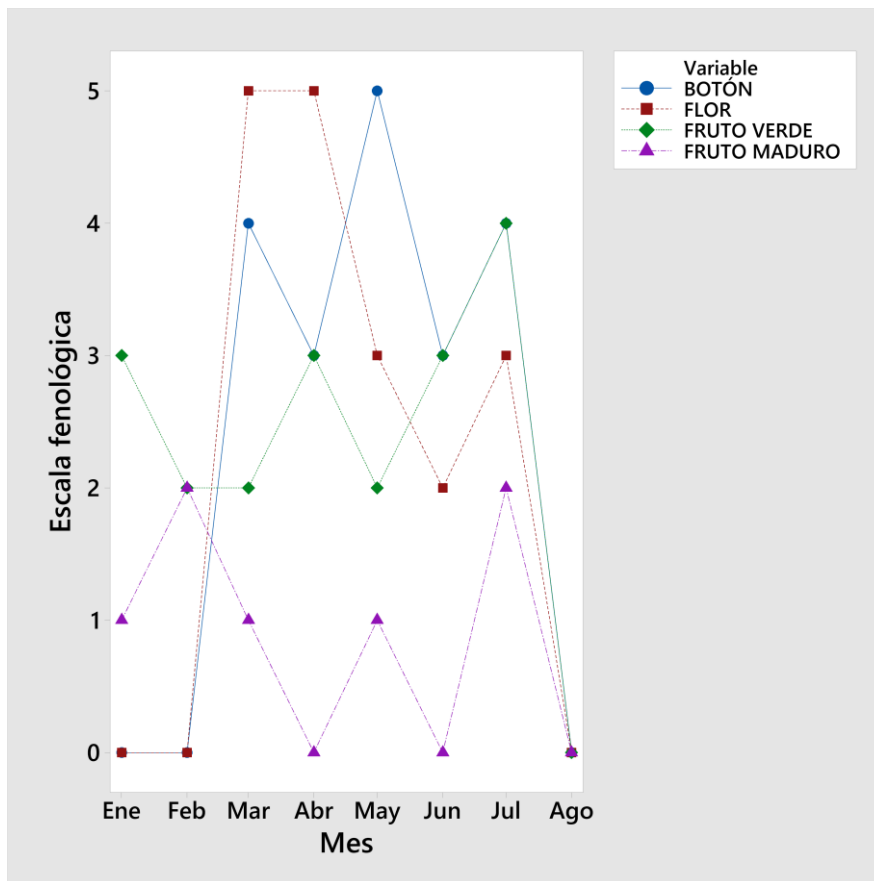


Figura 4. Variación de las fenofase reproductivas evaluadas

La figura 4 muestra la variación de las fenofase reproductivas evaluadas: botón, flor, fruto verde y fruto maduro durante el periodo de evaluación enero a agosto del 2007. Se observa que las familias Sapotaceae inicia el periodo reproductivo entre fines de la estación húmeda (marzo) y fines de la estación seca (agosto). Los picos más altos de producción para botón y flor se registraron entre marzo y mayo con valores fenológicos de hasta 5 para ambos casos (81 a 100% de producción) según la escala utilizada para esta investigación; para el fruto verde el pico más alto fue registrado en julio con valores de hasta 4 que representan el 61 a 80% de producción de la fenofase en estudio. La producción de fruto maduro está por debajo del resto de fenofase con valores de hasta 2 (21 a 40%) como máximo, pudiendo demostrar la alta preferencia de esta familia por animales frugívoros que actúan como controladores biológicos en el bosque.

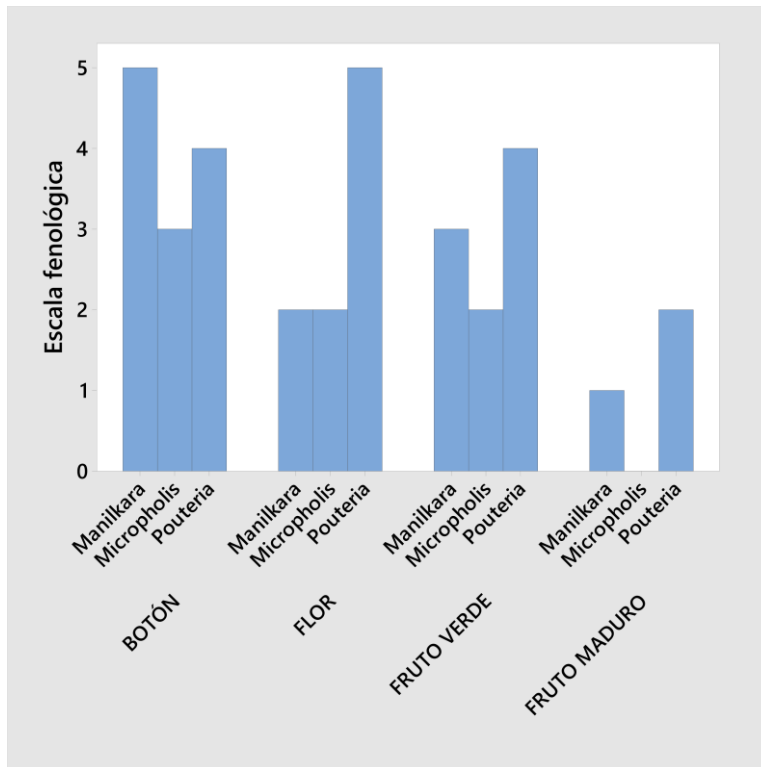


Figura 5. Escalas fenológicas estudiadas según género

Discusión

En la última década, el estudio de la fenología ha adquirido una nueva importancia debido a su contribución a la investigación sobre el cambio climático (Chapman et al., 2005). La fenología de las hojas en los bosques tropicales de hoja perenne no está determinada por la estacionalidad de la precipitación. En cambio, el proceso fenológico de la hoja puede estar impulsado por la disponibilidad de radiación solar y / o evitar la herbivoría (Xiao et al., 2006). Durante el periodo de evaluación del estudio entre enero – agosto, ninguna de las especies monitoreadas sufrió cambios en el follaje. *P. splendens* un árbol endémico y en peligro del centro de Chile, ubicada en Los Molles (V Región Valparaíso), registró un aumento en la producción de capullos, flores y frutos de septiembre a febrero, que decae en marzo, esto es diferente a los resultados de este estudio se observó que las familias Sapotaceae inicia el periodo reproductivo entre fines de la estación húmeda (marzo) y fines de la estación seca (agosto). Los picos más altos de producción para botón y flor se registraron entre marzo y mayo. En cambio, según Henríquez et al. otras especies de ambientes mediterráneos, el pico de capullos, flores y frutos se registró durante el verano, en febrero (Henríquez et al., 2012). En el Bosque Tropical Seco del Parque Nacional Barra Honda (Costa Rica) se estudió la

fenología de *Sideroxylon capiri*, una Sapotaceae (García & Di Stefano, 2005), los árboles cambian su follaje cada año durante la temporada de lluvias o al comienzo de la estación seca. Los mecanismos fisiológicos desconocidos permiten que el árbol mantenga el follaje durante los meses más secos (marzo y abril) (García & Di Stefano, 2005). La caída de la hoja ocurrió en el período seco, mientras que el enjuague, la floración y la dispersión de la hoja ocurrieron al comienzo de la estación húmeda. Excepto la fructificación, todas las fenofases estaban altamente sincronizadas. La mayoría de los individuos florecían anualmente, aunque no fructificaban anualmente. La caída de las hojas se asoció negativamente con la lluvia y la temperatura y la floración se asoció positivamente con la longitud del día (Bianchini et al., 2006).

En el estudio no se midió la luz solar pero la floración parece estar correlacionada con la luz solar máxima, mientras que la fructificación está relacionada con la precipitación máxima (ter Steege & Persaud, 1991). La floración y la fructificación pueden ocurrir todos los años y en cualquier estación, pero principalmente en la estación seca, con variabilidad tanto entre estaciones como entre individuos (García & Di Stefano, 2005). En el estudio realizado los picos más altos de producción para botón y flor se registraron entre marzo y mayo; para el fruto verde el pico más alto fue registrado en julio. Una de las limitaciones son que los conjuntos de datos de fenología que abarcan muchos años son raros en los trópicos, lo que dificulta evaluar las posibles respuestas de las comunidades tropicales al cambio climático (Chapman et al., 2005), en nuestro estudio la limitante del estudio de un número mayor de meses hace que no se puedan conocer todos los patrones fenológicos.

Los transectos fenológicos revelaron que los bosques tropicales de la cuenca del río Madre de Dios, mostraron variaciones estacionales en la abundancia de flores, frutos inmaduros y frutos maduros, sin embargo, los patrones temporales generales fueron significativamente diferentes a través de hábitats. Desde una perspectiva frugívora, la abundancia general de frutos carnosos maduros también varió considerablemente entre los hábitats, y nuevamente mostró picos asincrónicos en la producción del hábitat.

Referencias

- Bianchini, E., Pimenta, J. A., & Dos Santos, F. A. M. (2006). Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(4), 595–602. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000400009>
- Chapman, C. A., Chapman, L. J., Struhsaker, T. T., Zanne, A. E., Clark, C. J., & Poulsen, J. R.

- (2005). A long-term evaluation of fruiting phenology: Importance of climate change. *Journal of Tropical Ecology*, 21(1), 31–45. <https://doi.org/10.1017/S0266467404001993>
- Cleland, E. E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H. A., & Schwartz, M. D. (2007). Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(7), 357–365. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.04.003>
- Fenner, M. (1998). The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(1), 78–91. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00053>
- Fournier-Origgi, L. A., & Charpentier-Esquivel, C. (1975). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba*, 25(1), 45–48.
- García, E. G., & Di Stefano, J. F. (2005). Phenology of the tree *Sideroxylon capiri* (Sapotaceae) at the tropical dry forest in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 53(1–2), 5–14. <https://doi.org/10.15517/rbt.v53i1-2.14292>
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>
- Henríquez, C. A., Sotes, G. J., & Bustamante, R. O. (2012). Fenología reproductiva de *Pouteria splendens* (Sapotaceae). *Gayana - Botanica*, 69(2), 251–255. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432012000200004>
- Kechairi, R., Ould Safi, M., & Benmahioul, B. (2018). Etude comparative de deux plantations d'*Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) dans le Sahara Occidental Algérien (Tindouf et Adrar). *International Journal of Environmental Studies*, 75(2), 294–308. <https://doi.org/10.1080/00207233.2017.1360601>
- López, E., & Gil, A. (2017). Phenology of *Gossypium raimondii* Ulbrich “native cotton” of green fiber. *Scientia Agropecuaria*, 8(3), 267–271. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.03.09>
- Pennington, T. D. (2004). Sapotaceae. In *Flowering Plants · Dicotyledons* (pp. 390–421). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-07257-8_41
- Rakotoniaina, E. N., Donno, D., Randriamampionona, D., Harinarivo, H. L., Andriamaniraka, H., Solo, N. R., Soifoini, T., Torti, V., Rabemanantsoa, C., Andrianjara, C., Ratsimiala, I. R., Giacoma, C., & Beccaro, G. L. (2018). Insights into an endemic medicinal plant species of Madagascar and Comoros: The case of *Famelona* (*Chrysophyllum boivinianum* (Pierre) Baehni, Sapotaceae family). *South African Journal of Botany*, 117, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.05.010>

- ter Steege, H., & Persaud, C. A. (1991). The phenology of Guyanese timber species: a compilation of a century of observations. *Vegetatio*, *95*(2), 177–198.
<https://doi.org/10.1007/BF00045216>
- van Schaik, C. P., Terborgh, J. W., & Wright, S. J. (1993). The Phenology of Tropical Forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *24*(1), 353–377.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.002033>
- Vivas, C. V., Moraes, R. C. S., Alves-Araújo, A., Alves, M., Mariano-Neto, E., van Den Berg, C., & Gaiotto, F. A. (2014). DNA barcoding in Atlantic Forest plants: What is the best marker for Sapotaceae species identification? *Genetics and Molecular Biology*, *37*(4), 662–670.
<https://doi.org/10.1590/S1415-47572014005000019>
- Xiao, X., Hagen, S., Zhang, Q., Keller, M., & Moore, B. (2006). Detecting leaf phenology of seasonally moist tropical forests in South America with multi-temporal MODIS images. *Remote Sensing of Environment*, *103*(4), 465–473.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.04.013>
- Yu, H., Luedeling, E., & Xu, J. (2010). Winter and spring warming result in delayed spring phenology on the Tibetan Plateau. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *107*(51), 22151–22156.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1012490107>