

---

## Propiedades emergentes en el complemento de dos ciencias

*Emerging properties in the complement of two sciences.*

Por: Mauricio Stiven Herrera Palacio

---

### Resumen

La fenología y la dendrocronología, como campos de la ciencia, tienen puntos comunes y complementarios; ambas se iniciaron a finales del siglo XIX y se potenciaron a mediados del XX. La fenología estudia eventos como la floración, fructificación, foliación y defoliación en las plantas. La dendrocronología se centra en los anillos de crecimiento. Ambas disciplinas científicas sirven para validar los indicadores de salud de los ecosistemas, entre otras aplicaciones. La integración conceptual y metodológica entre la dendrocronología y la fenología posibilita generar la disciplina simbiote que podría denominarse dendromastecología, aplicada al estudio de los anillos de crecimiento por medio de un evento fenológico; sin embargo, esta opción cognitiva ha sido poco desarrollada hasta ahora. A nivel global, su potencial ya ha empezado a demostrarse, aunque son pocos los estudios publicados de este tipo y, menos aún, los realizados en el trópico.

**Palabras clave:** fenología, dendrocronología, salud de ecosistemas, dendromastecología.

### Abstract

Phenology and dendrochronology as fields of science have points in common where they complement each other; both began at the end of the XIX century and the middle of the XX century. Phenology studies events such as flowering, fruiting, foliation and defoliation in plants; Dendrochronology for its part focuses on growth rings. Both have been referenced as valid indicators of ecosystem health, this is only one of its applications. In general, they have been little studied as a whole, a proposal calls this set as dendromastecology, a descendant of both phenology and dendrochronology, which seeks to explain the growth rings through a phenological event, fruiting. Globally, there are few studies of this type and even fewer are those in the tropics, but their potential has already begun to be demonstrated.

**Keywords:** phenology, dendrochronology, ecosystem health, dendromastecology.

## Fructificación en los anillos de crecimiento

La fenología y la dendrocronología son campos del conocimiento, o subdisciplinas, de la ecología, que estudian la respuesta de las plantas a parámetros ambientales (Schwartz 1999, Speer 2010).

La palabra fenología proviene del griego *fhaino*, que significa 'aparecer o mostrar', y de *logos*, que traduce 'estudio o tratado'. La observación de los cambios físicos o fisiológicos presentados por las plantas en relación con el ambiente y que hacen posible su supervivencia y crecimiento se denomina fenología (Lieth, 1974; Marti et al., 2004; Birlcher et al., 1998; Grubb, 1977).

El vocablo dendrocronología proviene del griego *dendron*, que significa 'árbol'; de *khronos*, que traduce 'tiempo'; y de *logos*, que significa 'estudio'. Como disciplina científica, está centrada en el conocimiento de los factores directos e indirectos que determinan la formación de los anillos anuales en los árboles, en relación con los registros que se realizan respecto a los factores ambientales (Speer, 2010; Grissino-Mayer, 1999; Giraldo, 2012).

Los primeros estudios en dendrocronología y fenología datan de finales del siglo XIX (Worbes 2002). Los primeros registros sobre estudios específicos de ambas ramas se hicieron a mediados del siglo XX (Speer, 2010; Williams-Linera et al., 2002; Giraldo, 2012). Las dos disciplinas han realizado, por lo general, sus investigaciones de manera independiente. Sin embargo, publicaciones recientes como las de Lobão (2011), González-González et al., (2013), Pinza et al. (2010) y Borchert (1999) demuestran la complementariedad de dichas disciplinas.

El estudio de la fenología toma como punto de partida los eventos fenológicos, llamados

fenofases; entre estas, las principales son las vegetativas y las reproductivas (Williams-Linera et al., 2002). Desde otra perspectiva, la dendrocronología se centra en la estructura de la madera, la organización de los anillos y su historia de asimilación de recursos naturales (Speer, 2010). La dendrocronología y la fenología implican observar distintos componentes de las plantas e identificar los cambios que expresan su desarrollo y crecimiento en relación con el ambiente.

Un primer punto en el que se integran las referidas disciplinas es en las señales disparadoras de los eventos fenológicos: las causas últimas y causas próximas, según las llaman Williams-Linera et al. (2002).

Las primeras también son conocidas como factores endógenos o provenientes de la genética y la filogenia; las segundas son los factores exógenos, tales como el clima, la composición del agua, las erupciones volcánicas, las variaciones geomorfológicas, la actividad solar y los rayos cósmicos.

Otro punto en común detectado tiene que ver con lo señalado por Martí et al. (2004) para las plantas del mediterráneo, aunque quizá pueda aplicarse también a la vegetación de los trópicos. Los autores señalan que las plantas tienen respuestas estratégicas que determinan diferentes usos de los recursos a lo largo del año. Específicamente, mencionan dos: una que se superpone en un corto período de tiempo y parece ajustarse a climas de estrés constante para la planta; y otra que va secuencialmente a lo largo del año, concordante con mayores periodos de favorabilidad para el crecimiento del vegetal.

Este crecimiento, visto desde la óptica de la dendrocronología, tiene su origen en la división celular del cambium vascular para producir tejidos de sostén (el xilema) y de transporte

(el floema). Este proceso de división en las plantas comprende un periodo activo y un periodo de dormancia, determinados por factores limitantes endógenos y exógenos (Lisi et al., 2008; Breitsprecher et al., 1990; Borchert et al., 2015). Estos factores, en función de su ausencia o escasez, limitan el desarrollo y crecimiento de la planta.

Para los periodos de dormancia y actividad, autores como Lobão (2011) y González-González et al. (2013) encontraron, como observó Pinza (2010), que la relación entre formación del anillo y fenofase varía de especie a especie, llegando en algunos casos a sincronizarse (Borchert, 1999). Algunas especies desarrollan sus frutos, sus flores y sus hojas a la par que se incrementa el diámetro de su tallo; otras disminuyen este crecimiento cuando fructifican, florecen o folian. En síntesis, hay variedad en las relaciones dinámicas entre fenología y crecimiento radial del árbol, pero en todos los casos se complementan.

Respecto a las ventajas del uso de estas herramientas científicas, Southerland-Fischer (2002) y Holopainen et al. (2006) señalan que la dendrocronología y la fenología son indicadores adecuados de la salud de un ecosistema. Alvarado (2002) también apunta lo útil que puede ser el estudio de la fenología para evaluar, e incluso predecir, los efectos del cambio climático.

Para zonas templadas se ha encontrado que son más tempranos los eventos fenológicos a medida que aumenta la temperatura (Thackeray et al., 2010), lo que lleva a la conclusión de que la variación específica de la especie en las respuestas fenológicas al clima puede interrumpir la sincronía de las interacciones ecológicas (Harrington et al., 1999; Visser & Both, 2005) y, potencialmente, afectar la persistencia, flexibilidad y resiliencia de la comunidad. Para conocer mejor esta

interacción, Thackeray et al. (2010) proponen evaluar el riesgo potencial de que la asincronía fenológica afecte la estructura de la comunidad. Para ello, es crucial determinar cómo varían las tasas de cambio fenológico a diferentes niveles.

Por su parte, la dendrocronología, como herramienta en la reconstrucción climática (Mann et al., 1998; Speer, 2010), permitió llegar a la conclusión de que la temperatura en el hemisferio norte ha aumentado actualmente más que en los últimos 1.400 años.

Una aplicación prometedora de estas disciplinas es el estudio de la fructificación sincrónica de los árboles, la llamada por Speer (2001) dendromastecología, donde se utilizan registros de fructificación para explicar la variación en las cronologías. El autor señala que con las reconstrucciones de fructificación se podrían examinar los patrones reproductivos; es decir, si las plantas son anuales, bianuales o perennes; y comparar la estructura de edad con los eventos de fructificación, por el grado en que estos eventos impulsan la regeneración.

Además, estas reconstrucciones permitirían dilucidar qué tanto dependen estos eventos de factores endógenos y detonantes climáticos; generando así un avance en el entendimiento de lo que Rodríguez et al. (2019) llaman estrategias de los árboles para enfrentar las fluctuaciones climáticas; las cuales, a su vez, pueden tener una fuerte influencia en los eventos fenológicos.

Speer (2001) también señala que quizá el uso más importante de la reconstrucción de fructificación combinando estas disciplinas es probar la hipótesis llamada *evolved strategies* (estrategias evolucionadas), planteada por Norton y Kelly (1988), que sugiere la relación entre el esfuerzo reproductivo y el crecimiento en diámetro del árbol.

Aunque Speer (2001) plantea la posibilidad de aplicar esta nueva técnica alrededor del mundo, aún sigue siendo desconocida y mucho más en el trópico. Al respecto, se encuentran pocas publicaciones de estas aplicaciones, y menos bajo el nombre de dendromastecología. Uno de los pocos trabajos en este sentido es el de Rodríguez et al. (2019), entre cuyos objetivos está el de analizar la variabilidad anatómica de la madera mientras el individuo arbóreo está fructificando y comparar este resultado con lo que acontece en el periodo de no fructificación.

## Referencias bibliográficas

- ALVARADO VÁZQUEZ, M. A., FOROUGHBAKHCH POURNAVAB, R., JURADO YBARRA, E., & ROCHA, A.** El cambio climático y la fenología de las plantas. En: Ciencia Uanl, 2002, Vol 5, No 4.
- BIRCHLER, T. A., ROYO, A., & PARDOS, M.** La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. In: Forest Systems, 1998, Vol 7, No 1, pp. 109-121.
- BORCHERT, R.** (1999). Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. En: Iawa Journal, 1999, Vol 20, No 3, pp. 239-247.
- BORCHERT, R., CALLE, Z., STRAHLER, A. H., BAERTSCHI, A., MAGILL, R. E., BROADHEAD, J. S., & MUTHURI, C.** Insolation and photoperiodic control of tree development near the equator. In: New Phytologist, 2015, Vol 205, No 1, pp. 7-13.
- BREITSPRECHER, A., & BETHEL, J. S.** Stem growth periodicity of trees in a tropical wet forest of Costa Rica. In: Ecology, 1990, Vol 71, No 3, pp. 1156-1164.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, B. D., GARCÍA-GONZÁLEZ, I., & VÁZQUEZ-RUIZ, R. A.** Comparative cambial dynamics and phenology of *Quercus robur* L. and *Q. pyrenaica* Willd. in an Atlantic forest of the northwestern Iberian Peninsula. In: Trees, 2013, Vol 27, No 6, pp. 1571-1585.
- GRISSINO-MAYER, H. D.** Modeling fire interval data from the American Southwest with the Weibull distribution. In: International Journal of Wildland Fire, 1999, Vol 9, No 1, pp. 37-50.
- GRUBB, P. J.** The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. In: Biological Reviews, 1977, Vol 52, No 1, pp. 107-145.
- HARRINGTON, R., WOIWOD, I., & SPARKS, T.** Climate change and trophic interactions. In: Trends in Ecology & Evolution, 1999, Vol 14, No 4, pp. 146-150.
- HOLOPAINEN, J., HELAMA, S., & TIMONEN, M.** Plant phenological data and tree-rings as palaeoclimate indicators in south-west Finland since AD 1750. In: International Journal of Biometeorology, 2006, Vol 51, No 1, pp. 61-72.
- JIMÉNEZ, J. A. G.** Dendrocronología en el trópico: aplicaciones actuales y potenciales. In: Colombia forestal, 2011, Vol 14, No 1, pp. 97-111.
- LIETH, H.** Purposes of a phenology book. In: Phenology and seasonality modeling (pp. 3-19), Berlin, Heidelberg: Springer, 1974.
- LISI, C. S., FO, M. T., BOTOSSO, P. C., ROIG, F. A., MARIA, V. R., FERREIRA-FEDELE, L., & VOIGT, A. R.** Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. In: Iawa Journal, 2008, Vol 29, No 2, pp. 189-207.
- LOBÃO, M. S.** Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de *Cedrela odorata* L., *Cedrela fissilis* Vell. e *Schizobolium parahyba* var. *amazonicum* Hub. ex Ducke, no estado do Acre, Brasil (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo), 2011.
- MANN, M. E., BRADLEY, R. S., & HUGHES, M. K.** Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. In: Nature, 1998, Vol 392, No 6678, p. 779.
- MARTÍ, M. G., PALACIO, S., & MILLA, R.** Fenología y características funcionales de las plantas leñosas mediterráneas. En: Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Madrid, España. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, 2004, pp. 129-162.
- MCINTYRE, S., & MCKITRICK, R.** Corrections to



the Mann et. al. (1998) proxy data base and northern hemispheric average temperature series. In: *Energy & environment*, 2003, Vol 14, No 6, pp. 751-771.

**NORTON, D. A. & KELLY, D.** Mast seeding over 33 years by *Dacrydium cupressinum* Lamb. (rimu) (Podocarpaceae) in New Zealand: the importance of economies of scale. In: *Functional ecology*, 1988, pp. 399-408.

**PINZA, V., & AGUSTÍN, J.** Crecimiento radial de seis especies maderables y su relación con los factores climáticos y fenológicos del bosque nublado en la estación científica San Francisco (ecsf) (Bachelor's thesis), 2010.

**RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, E. C., TERRAZAS, T., & LUNA-VEGA, I.** The influence of climate on the masting behavior of Mexican beech: growth rings and xylem anatomy. In: *Trees*, 2019, Vol 33, No 1, pp. 23-35.

**SCHWARTZ, M. D.** Advancing to full bloom: planning phenological research for the 21st century. In: *International Journal of Biometeorology*, 1999, Vol 42, No 3, pp. 113-118.

**SOUTHERLAND-FISHER, L. S.** Dendrochemical analysis of lead, aluminum, and calcium in Southern Appalachian American beech (*Fagus grandifolia*), 2002.

**SPEER, J. H.** Oak mast history from dendrochronology: a new technique demonstrated in the southern Appalachian region (Doctoral dissertation, University of Tennessee, Knoxville), 2001.

**SPEER, J. H.** Fundamentals of tree-ring research, University of Arizona Press, 2010.

**THACKERAY, S. J., SPARKS, T. H., FREDERIKSEN, M., BURTHE, S., BACON, P. J., BELL, J. R., & CLUTTONBROCK, T. I. M.** Trophic level asynchrony in rates of phenological change for marine, freshwater and terrestrial environments. In: *Global Change Biology*, 2010, Vol 16, No 12, pp. 3304-3313.

**VISSER, M. E., & BOTH, C.** Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. In: *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2005, Vol 272, No 1581, pp. 2561-2569.

**WILLIAMS-LINERA, G., & MEAVE, J.** Patrones fenológicos. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*, Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional, 2002.

**WORBES, M.** One hundred years of tree-ring research in the tropics—a brief history and an outlook to future challenges. In: *Dendrochronologia*, 2002, Vol 20, No 1-2, pp. 217-231.

## Cómo citar este artículo:

Herrera Palacio, M. (2019). **Propiedades emergentes en el complemento de dos ciencias. *Revista Ambiental Éolo*, (18).**

Estudiante de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Contacto: msherrerap@unal.edu.co