

COMPARACION DEL PATRON DE DINAMICA DEL FOLLAJE DE LAS ESPECIES *Nothofagus alpina*, *N. obliqua* y *N. Glauca*

Italo Serey¹
Sandra Claros¹

INTRODUCCIÓN

La fenología puede definirse como el estudio de la secuencia estacional de eventos del ciclo de vida. Para las plantas, la secuencia estacional de esos eventos puede ser crítica para la sobrevivencia y reproducción (RATCKE y LACEY, 1985). Un aspecto fundamental para el éxito de las especies de plantas es el desarrollo del follaje. Este ha sido estudiado particularmente en relación al tiempo de emergencia en comunidades

deciduas y sus respuestas a gradientes latitudinales (LECHOWICZ, 1984). Los antecedentes disponibles para árboles de clima templado, muestran: que las hojas emergen asincrónicamente entre las especies. La variación geográfica intraespecífica en el tiempo de apertura de las yemas puede ser atribuida a tendencias climáticas altitudinales y altitudinales. Las causas de las diferencias fenológicas entre especies de árboles en una región particular, puede deberse a sus distintas respuestas a las condiciones.

¹ Departamento de Ciencias Ecológicas. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Casilla 653. Santiago.

ambientales locales. Aún al interior de un mismo bosque, la emergencia foliar en primavera varía entre árboles nativos coexistentes, alcanzando hasta varias semanas, y las especies pueden producir hojas a tasas muy diferentes durante el resto de la estación de crecimiento (LECHOWICZ, 1984). El control proximal del inicio de la emergencia foliar en la mayoría de los árboles deciduos es la suma térmica acumulada (grados-días), a la cual las yemas están expuestas después de un período de frío como prerrequisito (V ALENTINE, 1983). En general, la variación año a año de las etapas fenológicas, es baja cuando se relaciona a las sumas térmicas. Por otra parte, cada especie tiene un modo específico de emergencia y caída foliar, que se ha asociado a caracteres morfológicos del tallo, al hábitat de cada especie y a la estrategia para utilizar la luz bajo limitaciones del hábitat (KIKUSAWA, 1982). La mayor parte de los estudios fenológicos sobre un proceso de ciclo de vida, se hacen en función de parámetros como el tiempo de inicio, duración del proceso, sincronía entre poblaciones y especies (RATCKE y LACEY, 1985). El objetivo de este trabajo es determinar si el patrón de crecimiento del follaje de tres especies de *Nothofagus* presenta alguna similitud, independiente del año y de las variaciones locales.

MÉTODO

El follaje puede definirse como el número de hojas que tiene una planta en un instante de tiempo. En las plantas de hoja perenne, el follaje presenta variaciones en el curso del año, causadas por la mortalidad especialmente en las hojas de años anteriores, y el desarrollo y muerte de nuevas hojas en los brotes de la estación de crecimiento.

En las especies deciduas estas variaciones son producto también de la mortalidad y de los modos de crecimiento de los brotes anuales, ya que al final pierden todas sus hojas. El patrón de dinámica del follaje, puede ser definido como los cambios relativos al follaje en función del propio período vegetativo, independiente de los tiempos de inicio, término e intensidad del crecimiento. Para realizar el estudio se seleccionaron tres especies arbóreas deciduas del género *Nothofagus*, *N. Alpina* (raulí), *N. obliqua* (roble), y *N. glauca* (hualo), a las cuales se les estudió la amplitud del período en el cual poseen follaje y la similitud del patrón estacional del follaje.

Sitios de estudio

Constitución

Para *Nothofagus glauca* se seleccionaron árboles en el Fundo «Costa Azul» (35° 22' Lat. S.; 72° Long. W), de propiedad de la Pontificia Universidad Católica del Maule, VII Región, a 15 km de Constitución, a una altitud de aproximadamente 160 msnm. El clima es de tipo mediterráneo con una estación seca y cálida. La temperatura media anual es cercana a los 13 C, la temperatura máxima media es de 19,2 C y la mínima media es de 8,9 C. Las precipitaciones alcanzan una media anual de 1.042 mrm (DI CASTRI y HAJEK, 1979).

Alto Bío-Bío

Esta localidad se sitúa al pie de monte de la Cordillera de los Andes (38° Lat S; 72° Long. W) a una altitud de aproximadamente 450 msnm. El registro fenológico se realizó para las especies *N. alpina* y *N. obliqua*. El clima es de tipo mediterráneo con una

una temperatura media anual de entre 12 y 13 o C. La precipitación media anual está alrededor de 1.500 mm, cerca del 70% de ellas caen entre los meses de abril y noviembre de cada año. Las precipitaciones de nieve son esporádicas, entre 2 y 10 centímetros anuales, sin embargo, pueden ocurrir episodios con 50 a 100 centímetros de nieve (Estación Ecológica, datos no publicados).

Observaciones

Las observaciones se realizaron en ramas marcadas antes del inicio de la estación de crecimiento. En cada rama se registró el número de hojas desplegadas, desde la ruptura de las yemas hasta que perdió su última hoja. Para *N. glauca* se disponía de un registro fenológico del follaje realizado en 1984 con tres árboles y treinta ramas cada uno (MANSILLA, 1986). Para las especies *N. alpina* y *N. obliqua* se realizaron registros fenológicos en la temporada vegetativa 1994-1995, para lo cual se marcaron 10 árboles con 5 ramas cada uno.

Análisis de los datos

El follaje o número de las hojas existentes $F_{i,e}$, en un instante de tiempo i , para la especie e , se calculó del siguiente modo:

$$F_{i,e} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m \text{hojas}$$

- i = 1,2,3...p días desde el inicio del período vegetativo
- e = 1,2,3...q especies
- j = 1,2,3...n árboles

k = 1,2,3...m ramas o brotes anuales

Para realizar las comparaciones de la amplitud o duración del período vegetativo entre las especies, eliminando los efectos de la abundancia del follaje, se calculó el follaje relativo FR (SHUKLA y RAMAKRISHNAN, 1984), para cada observación:

$$Fr_{i,e} = F_{i,e} / F_{i \max,e}$$

donde $F_{i,e}$ es el follaje en un instante de tiempo i y $F_{i \max,e}$ es el follaje máximo alcanzado en la temporada. FR. indica la proporción del follaje máximo que se encuentra en la planta en un instante i , para la especie e . Los valores de $Fr_{i,e}$ se graficaron en función del tiempo desde el inicio de la temporada vegetativa.

Para comparar el patrón de dinámica del follaje se usaron los valores FR. y se estandarizó la duración de la temporada de crecimiento vegetativo, mediante la siguiente expresión:

$$Tr_{i,e} = T_{i,e} / T_{i,e}$$

donde $T_{i,e}$ es el tiempo en que se presenta un follaje, $F_{i,e}$, para la especie e , y $T_{i,e}$ es la duración total del período vegetativo, expresado en días desde el inicio. Para comparar los patrones se graficaron para cada especie los valores estandarizados del follaje FR, en función del tiempo de sus períodos vegetativos TR. Para establecer la similitud del patrón del follaje entre las especies estudiadas se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (CONOVER, 1980).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Duración del período vegetativo la duración del período vegetativo es el tiempo en el que ocurre el crecimiento y la actividad de las plantas durante un ciclo anual. Para *N. glauca* en Constitución, la amplitud del período vegetativo alcanza a más de 300 días (Figura 1a). Para las especies *N. alpina* y *N. obliqua*, estudiadas en la Región del Alto Bío -Bío, el período vegetativo

alcanza aproximadamente a 200 días (Figura 1 b). En esta localidad ambas especies tienen el mismo período de actividad en una estación de crecimiento, y presentan una clara reducción del período vegetativo respecto de *N. glauca*, en Constitución, que está más al norte.

Esta disminución se puede relacionar a gradientes latitudinales y altitudinales que influyen en las condiciones de radiación y temperatura asociadas a los períodos de emergencia y caída (VALENTINE, 1983; LECHOWICZ, 1984).

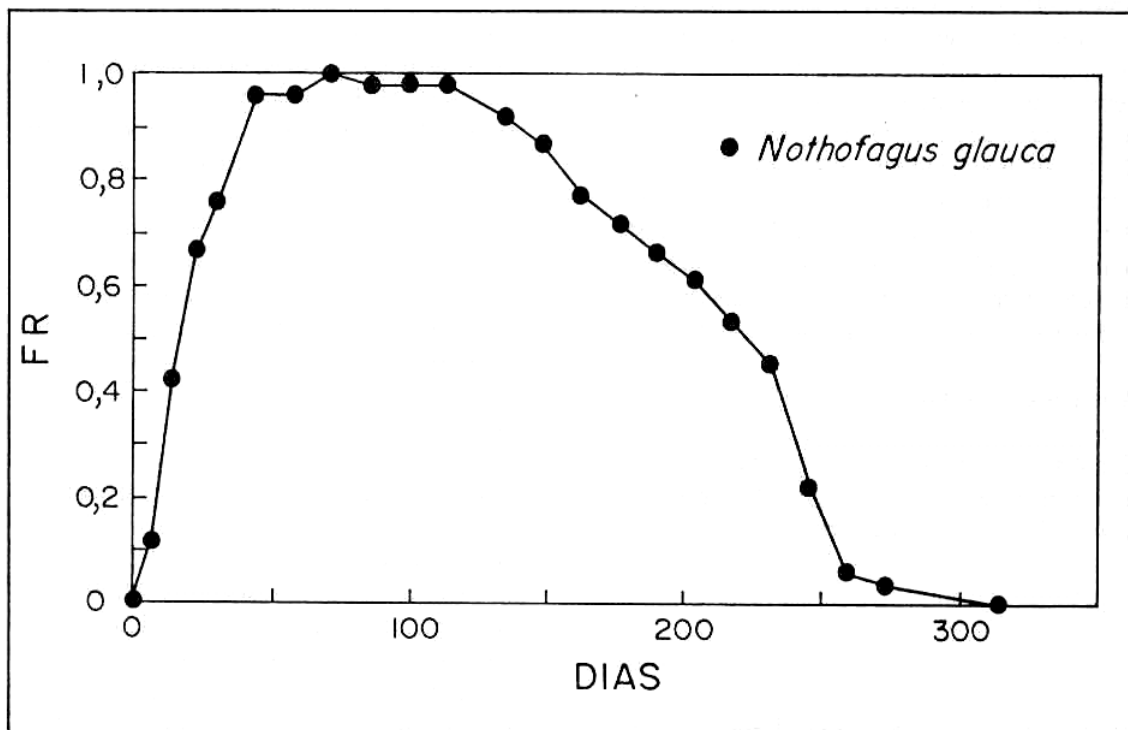


Figura 1a. Dinámica del follaje de *Nothofagus glauca* en Constitución durante la estación vegetativa correspondiente a la temporada 1994-1995. **FR** es la proporción de follaje en un instante de tiempo del ciclo anual.

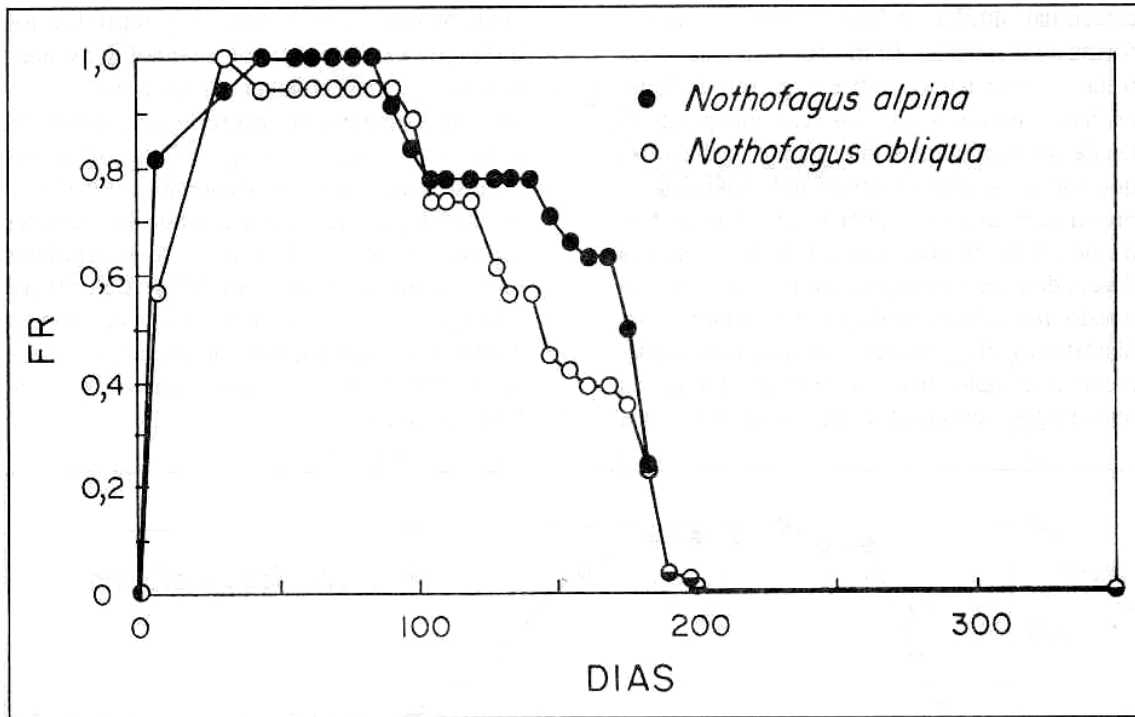


Figura 1b. Dinámica del follaje de *Nothofagus alpina* y *N. obliqua* en Alto Bío-Bío durante la estación vegetativa correspondiente a la temporada 1994-1995. **FR** es la proporción del follaje en un instante de tiempo del ciclo anual.

Patrón de dinámica del follaje

En la dinámica del follaje de *N. glauca* se observa que al inicio de la estación vegetativa se produce un despliegue explosivo del follaje, alcanzando un nivel cercano al máximo en los primeros dos meses (Figura 2a). Luego comienza a disminuir en forma lenta, una vez transcurrido aproximadamente el 40 % de su período vegetativo, y disminuye más rápido cuando se ha cumplido con cerca del 70 % del período de crecimiento. Para las especies *N. alpina* y *N. obliqua*, estudiadas en la temporada vegetativa 94-95 (Figura 2b), la dinámica del follaje también presenta un

desarrollo explosivo, pero alcanzan sus niveles máximos de follaje antes de dos meses.

Sin embargo, la disminución se inicia una vez transcurrido casi el 50 % del período vegetativo. Posteriormente se produce una disminución más lenta en *N. alpina* que en *N. obliqua*, pero siguen trayectorias similares entre ellas. De acuerdo a la prueba de Kolmogorov-Smirnov, las tres especies presentan un patrón de dinámica del follaje similar ($P < 0,05$).

Estos resultados permiten pensar que, al menos estas tres especies deciduas de *Nothofagus*, presentan un patrón de actividad

estacional similar, o bien tienen una misma forma de respuesta. El método empleado para tratar la información sobre el patrón de follaje, hace que los resultados sean independientes de las condiciones interanuales y del sitio, que son las causas abióticas independientes y proximales que controlan el proceso de formación y mantenimiento del follaje. Para la diversidad de fenologías foliares se han propuesto tres tipos de explicaciones: adaptativas, históricas y filogenéticas. Las adaptativas predicen correlaciones de la fenología foliar con otros rasgos conectados funcionalmente, que

contribuyen a la sobrevivencia y reproducción de las plantas, más que otras fenologías alternativas. Las históricas predicen que la fenología contemporánea reflejará adaptación a paleoambientes en que el taxón o sus ancestros inmediatos evolucionaron. Finalmente, las filogenéticas predicen que las especies taxonómicamente relacionadas serán similares en su fenología foliar (LECHOWICZ, 1984).

En el presente estudio, la hipótesis de las relaciones filogenéticas, que son evidentes, puede ser la explicación a la existencia de este patrón común.

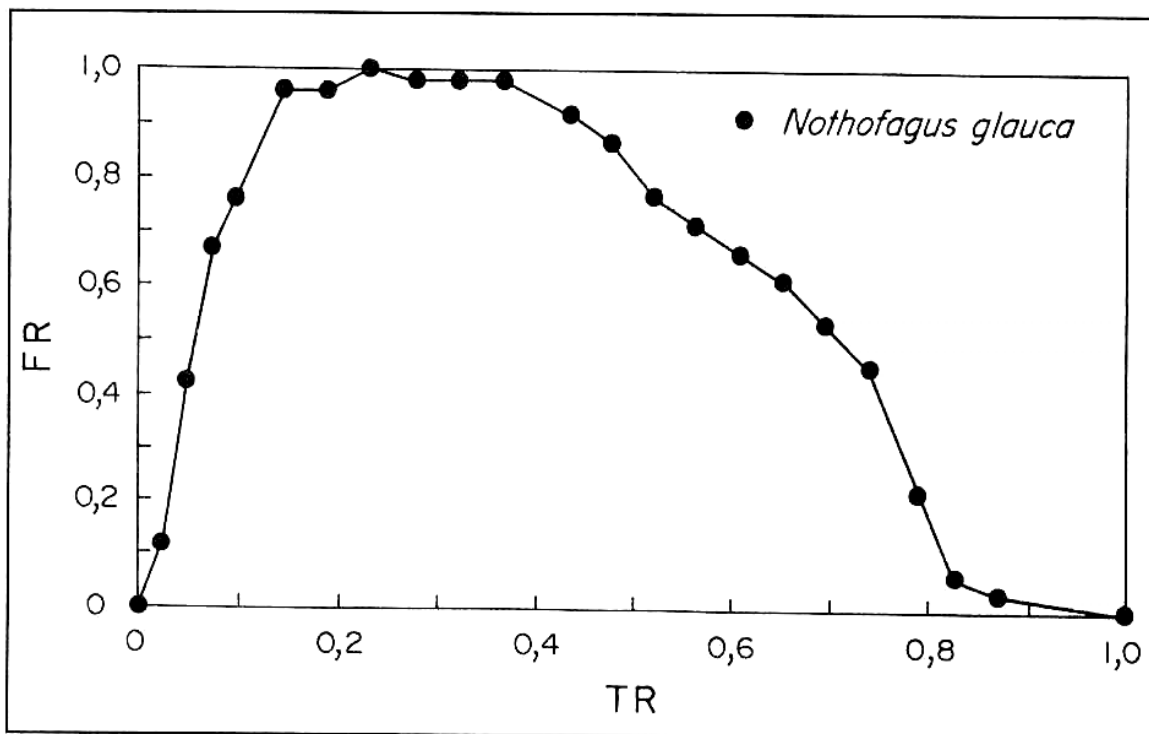


Figura 2a. Patrón de la dinámica del follaje de *Nothofagus glauca* en Constitución durante la estación vegetativa correspondiente a la temporada 1994-1995. **FR** es la proporción del follaje en un instante de tiempo del ciclo anual. **TR** es la proporción de tiempo en relación a la duración total del período vegetativo

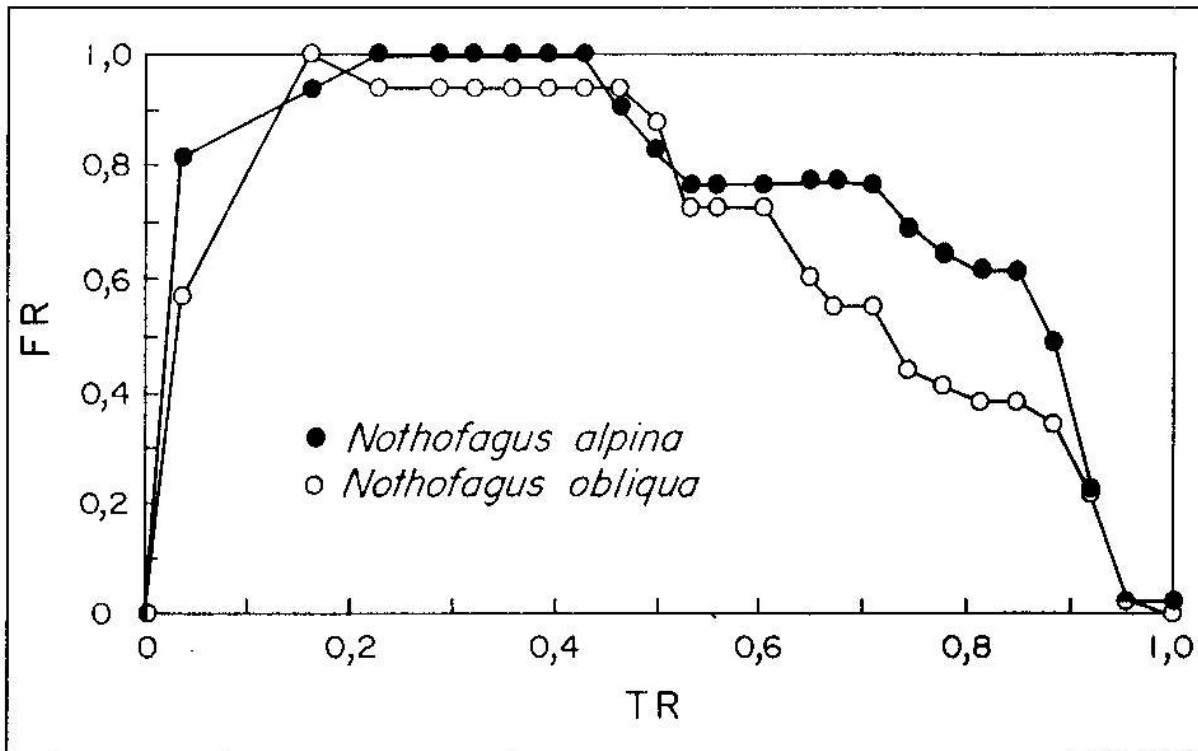


Figura 2a. Patrón de la dinámica del follaje de *Nothofagus alpina* y *N. obliqua* en Alto Bío-Bío durante la estación correspondiente a la temporada 1994-1995. **FR** es la proporción del follaje en un instante de tiempo del ciclo anual. **TR** es la proporción de tiempo en relación a la duración total del período vegetativo

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto «Form and variability of *Nothofagus* chilean species» de la CEE contrato CII-CT93-0042, al consorcio formado por las Unidades de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Botdeaux 1 y Universidad de Montpellier II. También queremos agradecer la ayuda otorgada por la Empresa Eléctrica Pangué S.A., a través de la Estación Ecológica. Agradecemos a Víctor Cárcamo y María de la Luz Riquelme por la

ayuda en la toma de información.

BIBLIOGRAFIA

- CONOVER, W.J. 1980. Practical non parametric statistic. 2a Ed. John Wiley, New York.
- DI CASTRI, F. y HAJEK, E. 1979. Bioclimatología de Chile. Editorial Universidad Católica de Chile, Santiago.

- KIKUSAWA, K. 1982. Leaf survival and evolution in Betulaceae. *Ann. Bot. (London)* 50, 324-353.
- LECHOWICZ, M.J. 1984. Why do temperate deciduous trees leaf out at different times? Adaptation and ecology of forest communities. *Am. Nat.* 124, 821-842.
- MANSILLA, E. 1986. Fenología del follaje de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser y su relación con características sucesionales. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.
- RATHKE, B. Y LACEY, E.P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 16, 179-214.
- SHUKLA, R.P. y RAMAKRISHNAN, P.S. 1984. Leaf dynamics of tropical trees related to successional status. *New Phytol.* 97, 697-706.
- VALENTINE, H.T. 1983. Budbreak and leaf growth functions for modeling herbivory in some gyp moth host. *For. Sci.* 29, 607-617.