

Estrategias de adaptación del bosque: análisis de la sucesión post-incendio a largo plazo en Siberia meridional (Federación de Rusia)

D.I. Nazimova,
O.V. Drobushhevskaya,
G.B. Kofman y
M.E. Kononova

El análisis de sucesión tras los episodios de disturbios naturales ayuda a predecir el efecto del cambio climático en la posible composición futura de los bosques boreales siberianos en la subtaiga de montañas bajas.

La composición de las especies forestales y sus modificaciones a través del tiempo permiten predecir las transformaciones potenciales del bosque en las condiciones climáticas actuales y futuras. En la subtaiga siberiana meridional, en la Federación de Rusia, el fuego es el principal factor que determina la biodiversidad, las pautas de regeneración y las especies arbóreas dominantes. Los autores realizaron un análisis de la sucesión post-incendio durante los últimos 350 años con el objeto de predecir los efectos del aumento de la frecuencia de los fuegos que, según se pronostica, estará asociado al cambio climático en esta región.

Una sucesión es el reemplazo gradual de una comunidad vegetal por otra de conformidad con los cambios ambientales (por ejemplo, en la intensidad de la sombra bajo un rodal) o tras un fenómeno de perturbación (por ejemplo, un incendio, temporal, inundación, infestación por plagas o enfermedades o la tala rasa). La mayoría de las sucesiones atraviesan etapas en las cuales diferentes colecciones de especies llegan a ocupar un lugar dominante. La etapa final, o clímax, se alcanza cuando la composición de las especies, en ausencia de perturbaciones de origen natural o antropógeno, ya no sufre modificaciones en el tiempo.

Características de la subtaiga

El bosque mixto de Siberia meridional es típico de los paisajes de montañas bajas de los climas continentales húmedos. Dicho bosque se compone de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), alerce siberiano (*Larix sibirica*), abedul (*Betula pendula*), álamo (*Populus tremula*), pinabete (*Abies sibirica*) y picea de Siberia (*Picea obovata*, sin. *Picea abies* subsp. *obovata*) y comprende un estrato herbáceo

desarrollado. Este bosque, clasificado como subtaiga, comprende la zona que está entre la taiga «oscura» (ombrófila) de coníferas (con pinabete, picea y pino piñonero) y la estepa forestal «clara» de coníferas de luz (con pino silvestre y alerce). Las formaciones forestales son propensas a incendiarse periódicamente y presentan una vegetación natural que tras el fuego pasa por diferentes etapas de restauración.

La zona forestal de la subtaiga en Siberia meridional (300 a 500 m sobre el nivel del mar) difiere marcadamente de la taiga (450 a 650 m sobre el nivel del mar) en cuanto a biodiversidad, fenología y la composición florística del piso inferior. Aunque ambas zonas comprenden las mismas especies forestales, el pinabete y la picea no se dan casi en las cuencas hidrográficas, sino solo en las proximidades de ríos. Las hierbas y pastos abundan en el piso inferior de la subtaiga, pero, a diferencia del de la taiga, este piso carece de estrato muscínico.

Análisis de sucesión

Los autores reconstruyeron las trayectorias de sucesión de los últimos 350 años en los bosques de paisajes de montañas bajas de Siberia meridional (Federación de Rusia) mediante una combinación de secuencias cronológicas, una descripción detallada de 2 210 unidades de inventario forestal, datos procedentes de 120 parcelas de ensayo y la técnica SIG (sistema de información geográfica).

La reconstrucción de la historia de las masas mixtas irregulares de estructura vertical compleja, compuestas por especies de edades diferentes en cada uno de los estratos del dosel, no es realizable utilizando el método directo. Se construyeron trayectorias cuasidinámicas de conjuntos de rodales de edades diferentes

Subtaiga con pino y alerce y una mezcla estable de abedul y álamo y una capa vigorosamente desarrollada de hierbas y pastos

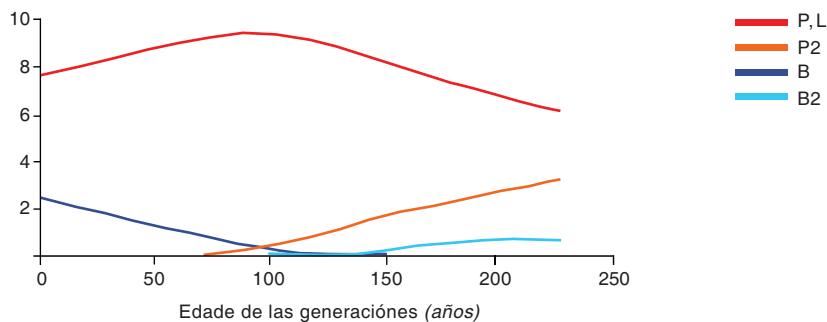


O.V. DROBUSHEVSKAYA

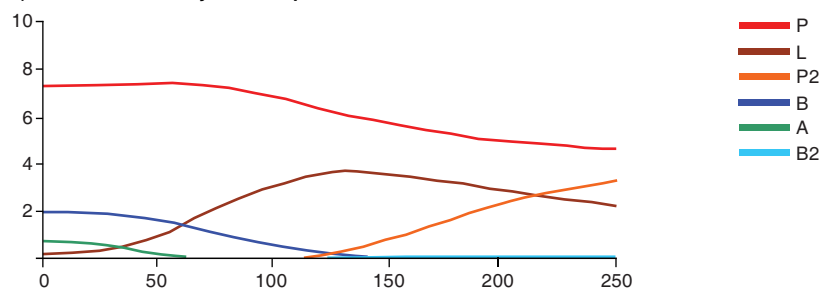
Dina Nazimova, O.V. Drobushhevskaya, G.B. Kofman y M.E. Kononova trabajan en el Instituto Forestal V.N. Sukachev, Rama Siberiana de la Academia Rusa de las Ciencias, Krasnoyarsk (Federación de Rusia).

a) Rodales de *Pinus sylvestris*-*Caragana arborescens* en pendientes abruptas pedregosas expuestas al sol con suelos periódicamente secos

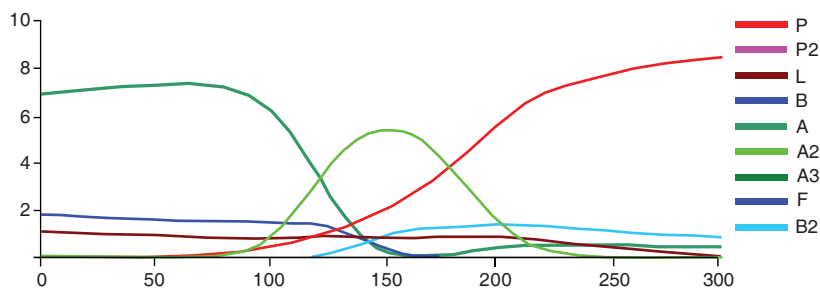
Contribución de las especies



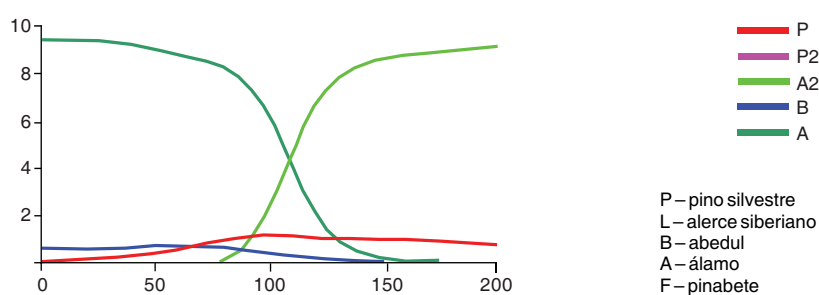
b) Rodales de *Pinus sylvestris*-*Spirea media*-*Carex macroura* en suelos húmedos



c) *Pinus sylvestris*-*Pteridium aquilinum* y *Crepis sibirica*-*Carex macroura* en suelos húmedos de pendientes expuestas al sol



d) Rodales forestales mixtos dominados por álamo con una capa vegetal vigorosamente desarrollada compuesta por hierbas altas y pastos (*Pteridium aquilinum*, *Calamagrostis arundinacea*, *Brachypodium pinnatum*, *Lilium martagon* y *Lathyrus gmelinii*) en pendientes cóncavas



Los números indican la segunda y tercera generaciones de árboles. La proporción de cada generación (según datos detallados provenientes del inventario forestal) se ha estimado en unidades relativas como parte del volumen total.

Dinámica a largo plazo de las especies de árboles presentes en diferentes tipos de bosque de la subtaiga de montañas bajas (200 a 450 m sobre el nivel del mar)

trucción basada en datos procedentes de inventarios forestales, la composición de las comunidades y los cambios que han tenido lugar hasta la etapa de clímax (200 a 350 años) en diferentes tipos de bosque con suelos de humedad y riqueza variables. Debido a los frecuentes incendios rasantes, los rodales aún no han alcanzado la etapa de clímax, pero sus últimas etapas de desarrollo pueden sí considerarse cuasiclimáticas o en cuasiequilibrio.

El abedul solo abunda en las primeras siete a doce décadas (Figura, a-c). Tras la decadencia del abedul, el pino silvestre y el alerce se convierten en las especies principales. En la mayor parte de la subtaiga, el pinabete y la picea son especies de presencia escasa.

El reemplazo del alerce siberiano y el pino silvestre con el pinabete se observa solo en la frontera de la subtaiga y la taiga de pinabete. Sin embargo, debido a los frecuentes incendios, este proceso no ha llegado a la etapa de clímax en las zonas objeto del estudio; en esta variante húmeda de la subtaiga de montañas bajas, los rodales maduros de pino silvestre han formado un subclímax.

En lo que respecta a los rodales de caducifolias, las condiciones ambientales son propicias para el crecimiento del álamo en los suelos fértiles y húmedos. La gran diversidad de hierbas que puebla el piso inferior (por ejemplo, *Carex macroura*, *Calamagrostis arundinacea* y *Vicia unijuga*) indica que este sistema está bien adaptado al fuego. Los rodales de álamo ocupan un nicho que conviene a muchas especies. El estrato de hierbas y pasto vigorosamente desarrollado impide la regeneración de especies de coníferas de luz tales como el pino silvestre y el alerce siberiano. Suele aparecer bajo el dosel de álamos un sotobosque de coníferas de sombra (pinabete, picea y pino piñonero) que no consiguen dominar debido a la falta de humedad atmosférica y a los incendios rasantes periódicos que estallan especialmente en primavera.

Las tendencias de sucesión muestran que solo las especies más tolerantes al fuego, tales como el pino silvestre y el alerce siberiano, consiguen predominar de modo característico durante 250 a 350 años en las condiciones climáticas imperantes en la subtaiga. El alerce siberiano es una especie tolerante al fuego muy conocida, pero en la subtaiga húmeda

que han crecido en un mismo ambiente, en condiciones iniciales similares y que han tenido un historial de desarrollo análogo.

En el cinturón de la subtaiga de clima continental húmedo se determinaron 12 pistas o líneas de sucesión, cada una de las cuales

comprende diversas etapas de sucesión. Seis pistas de sucesión se encontraron en el cinturón de la taiga superior que alberga el pinabete y donde el clima es más húmedo y menos continental.

La figura ilustra, mediante una recons-



Bibliografía

cede el paso al pino silvestre y al abedul, que producen más semilla y por lo tanto se establecen más rápidamente que el alerce (o se establecen más rápidamente que si estuviesen bajo el alerce). Los rodales de pino silvestre, ya sean de primera o de segunda generación, son los que prevalecen en las etapas de sucesión finales.

Conclusiones

El presente análisis indica que el aumento pronosticado en la frecuencia de los incendios en Siberia meridional, resultante del cambio climático, se traducirá probablemente en una reducción del número de alerces y coníferas ombrófilas a favor del pino silvestre, el abedul y el álamo, junto a comunidades vegetales no forestales de matorral, pastos y hierbas. Las comunidades vegetales de esos bosques asemejarán en cuanto a diversidad de especies a muchas comunidades que hoy pueblan la estepa forestal y las zonas de estepa.

Se espera que el recalentamiento y un clima cada vez más húmedo causen alteraciones en la composición de los ecosistemas forestales que serán perjudiciales desde el punto de vista económico; pero las funciones ecológicas de los ecosistemas forestales no sufrirán merma. Además, el álamo y el abedul son especies forestales dotadas de una excelente capacidad de crear sumideros de carbono debido a su rápido crecimiento. Sin embargo, en la subtaiga los fuegos de primavera y otoño seguirán siendo el factor más crítico para la supervivencia de las generaciones de especies arbóreas.

El propósito de la ordenación forestal sostenible es ayudar la regeneración natural, cualquiera sea su tipo. En algunos lugares, las quemadas controladas pueden ser recomendables para evitar incendios de grandes proporciones y estimular la regeneración del pino silvestre y el alerce.

Por último, en los planes de ordenación destinados a las plantaciones de pino piñonero, hoy la especie forestal económicamente más valiosa de la subtaiga, es necesario tomar en cuenta el riesgo, siempre mayor, de los devastadores incendios rasantes y hacer hincapié en la protección contra incendios. ♦

Polikarpov, N.P., Tchebakova, N.M. y Nazimova, D.I. 1986. *Climate and mountain forests of southern Siberia*. Novosibirsk, Federación de Rusia, Nauka (en ruso). ♦

Caspersen, J.P. y Pacala, S.W. 2001. Successional diversity and forest ecosystem function. *Ecological Research*, 16: 895–903.

Foster, D. y Tilman, B.L. 2000. Dynamic and static views of succession: testing the descriptive power of the chronosequence approach. *Plant Ecology*, 146(1): 1–10.

Goldammer, J.G. y Furyaev, V.V., eds. 1996. *Fire in ecosystems of boreal Eurasia*. Dordrecht, Países Bajos, Kluwer Academic Publishers.

Hytteborn, H.H., Rysin, L.P., Nazimova, D.I. y Maslov, A.A. 2005. Boreal forest of Eurasia. En F. Anderssen, ed. *Ecosystems of the world – coniferous forests*, pp. 23–99. Amsterdam, Países Bajos, Elsevier.

Khanina, L.G., Bobrovsky, M.V., Karjalainen, T. y Komarov, A.S. 2001. *A review of recent projects on forest biodiversity investigations in Europe including Russia*. Internal Report No. 3. Joensuu, Finlandia, Instituto Forestal Europeo.

Mitchell, F.J.G. y Cole, E. 1988. Reconstruction of long-term successional dynamics of temperate woodland in Bialowieza Forest, Poland. *Journal of Ecology*, 86: 1042–1049.

Nazimova, D.I., Andreeva, N.M., Kofman, G.B., Nozhenkova, L.F., Polikarpov, N.P. y Stepanov, N.V. 2006. Portrait models of forest cover structural biodiversity. En V.K. Shumny, Yu.I. Shokin, N.A. Kolchanov y A.M. Fedotov, eds. *Biodiversity and dynamics of ecosystems: information technologies and modeling*, pp. 481–547. Novosibirsk, Federación de Rusia, Rama Siberiana de la Academia Rusa de las Ciencias (en ruso).

Nazimova, D.I. y Polikarpov, N.P. 1996. Forest zones of Siberia as determined by climatic zones and their possible transformations under global change. *Sylvia Fennica*, 30(2–3): 201–208.

Nazimova, D.I., Polikarpov, N.P., Andreeva, N.M. y Sophronov, M.A. 1997. Forest zones of Siberia and post-fire demutations in current climate. En *Proceedings of the International Boreal Forest Research Association 1997 Conference*, Duluth, Minnesota, EE.UU., 4-7 de agosto de 1997. General Technical Report NC-209. St Paul, Minnesota, EE.UU., Estación Norte-Central del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).