

Nutrient Limitations of Carbon Uptake: From Leaves to Landscapes in a California Rangeland Ecosystem

Author(s): Benjamin Z. Houlton and Christopher B. Field

Source: Rangeland Ecology & Management, 63(1):120-127. 2010.

Published By: Society for Range Management

DOI: <http://dx.doi.org/10.2111/REM-D-09-00098.1>

URL: <http://www.bioone.org/doi/full/10.2111/REM-D-09-00098.1>

BioOne (www.bioone.org) is a nonprofit, online aggregation of core research in the biological, ecological, and environmental sciences. BioOne provides a sustainable online platform for over 170 journals and books published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Web site, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/page/terms_of_use.

Usage of BioOne content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

Nutrient Limitations of Carbon Uptake: From Leaves to Landscapes in a California Rangeland Ecosystem

Benjamin Z. Houlton¹ and Christopher B. Field²

Authors are ¹Assistant Professor, Department of Land, Air and Water Resources, University of California, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA; and ²Director, Department of Global Ecology, Carnegie Institution of Washington, 260 Panama Street, Stanford, CA 94305, USA.

Abstract

Nutrient controls of ecosystem pattern and process have been widely studied at the Jasper Ridge Biological Preserve, a well-studied California rangeland ecosystem. Here we review these studies, from leaf to landscape scales, with the intention of developing a deeper understanding of carbon (C)–nutrient interactions in such an ecosystem. At the leaf scale, several studies conducted on diverse plant species have revealed a strong positive relationship between leaf nitrogen (N) concentrations and maximal rates of photosynthesis. This relationship, which has subsequently been observed globally, can be explained by the nutritional requirements of photosynthetic machinery. Consistent with this local physiological constraint, N availability has been shown to limit carbon uptake of California rangeland ecosystems. In some cases phosphorus (P; and N plus P) limits productivity, too—particularly in serpentine soils, pointing to the importance of parent material in regulating CO₂ uptake at landscape scales. Nutrient dynamics are also affected by herbivory, which seems to accelerate N and P cycles over the short term (years), but may lead to nutrient limitation of plant production over the longer term (decades). Simulated global change experiments at Jasper Ridge have also provided insight into C–nutrient interactions in grasslands. In particular, several field-based experiments have shown that CO₂ doubling does not necessarily simulate productivity of California grasslands; rather, the strength and sign of net primary productivity (NPP) responses to CO₂ doubling varies across years and conditions. Although simulated N deposition stimulates NPP, N plus CO₂ combinations do not necessarily increase productivity beyond N treatments singly. Poorly understood feedbacks between plants, microbes, and P availability may underlie variation in the response of California grasslands to increasing atmospheric CO₂ concentrations. We conclude that interactions between C, N, and P appear especially vital in shaping plant productivity patterns in California rangelands and the capacity of this ecosystem to store additional C in the future.

Resumen

Los controles ejercidos por los nutrientes sobre los patrones y procesos del ecosistema han sido ampliamente estudiados en la Reserva Biológica de Jasper Ridge, un ecosistema de pastizales naturales de California que ha sido bien estudiado. Aquí hacemos una revisión de dichos trabajos desde la hoja de una planta hasta la escala de paisaje, con la intención de desarrollar una comprensión más profunda de las interacciones Carbono (C)–nutrientes de dicho ecosistema. A la escala de una hoja varios trabajos realizados en varias especies vegetales han revelado una fuerte correlación positiva entre la concentración de nitrógeno (N) y las tasas máximas de fotosíntesis. Esta relación, que subsecuentemente ha sido observada a nivel global, puede ser explicada por las necesidades nutritivas de la maquinaria fotosintética. En consonancia con esta restricción fisiológica local, se ha comprobado que la disponibilidad de N limita la captura de carbono de los ecosistemas de pastizales naturales de California. En algunos casos el fósforo (P) (y N más P) también limita la productividad – particularmente en suelos de serpentina, subrayando la importancia del material originario en la regulación de la captura de carbono a escalas de paisaje. La dinámica de nutrientes también es afectada por la herbivoría, que aparentemente acelera los ciclos de N y P en el corto plazo (años), pero podría resultar en una limitación de nutrientes para la producción vegetal en el más largo plazo (décadas). Experimentos realizados en Jasper Ridge simulando cambio global también han proporcionado una comprensión más profunda de las interacciones C–nutrientes en pastizales. En particular, varios experimentos de campo han demostrado que la duplicación de la concentración actual de CO₂ de la atmósfera no necesariamente estimula la producción de los pastizales de California; más bien, la intensidad y el sentido de las respuestas en PPN a la duplicación de la concentración de CO₂ varía con los años y las condiciones ambientales. Mientras que la deposición simulada de N estimula la PPN, la combinación de N más CO₂ no necesariamente incrementa la producción más allá de la adición de N solamente. Los procesos de retroalimentación pobremente comprendidos que vinculan a las plantas, los microbios, y la disponibilidad de P podrían ser responsables de la variación en la respuesta de los pastizales de California a incrementos en la concentración de CO₂ atmosférico. Concluimos que las interacciones entre C, N y P aparentan ser particularmente vitales en la conformación de los patrones de productividad de los pastizales naturales de California y la capacidad de este ecosistema de almacenar C adicional en el futuro.

Research was funded by the Department of Energy, the National Science Foundation, and the David and Lucile Packard Foundation.

This publication was made possible through support provided to the Global Livestock Collaborative Research Support Program by the Office of Agriculture, Bureau for Economic Growth, Agriculture and Trade, United States Agency for International Development under terms of Grant No. PCE-G-00-98-00036-00. The opinions expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the USAID.

Correspondence: Benjamin Z. Houlton, Dept of Land, Air and Water Resources, University of California, One Shields Avenue, Davis, CA 95616, USA. Email: bzhoulton@ucdavis.edu

Manuscript received 9 July 2009; manuscript accepted 2 November 2009.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/4404888>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/4404888>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)