

State-and-Transition Models, Thresholds, and Rangeland Health: A Synthesis of Ecological Concepts and Perspectives

D. D. Briske,¹ S. D. Fuhlendorf,² and F. E. Smeins¹

Authors are ¹Professors, Department of Rangeland Ecology and Management, Texas A&M University, 2126 TAMU, College Station, TX 77843-2126; and ²Associate Professor, Department of Plant and Soil Sciences, Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078-6028.

Abstract

This article synthesizes the ecological concepts and perspectives underpinning the development and application of state-and-transition models, thresholds, and rangeland health. Introduction of the multiple stable state concept paved the way for the development of these alternative evaluation procedures by hypothesizing that multiple stable plant communities can potentially occupy individual ecological sites. Vegetation evaluation procedures must be able to assess continuous and reversible as well as discontinuous and nonreversible vegetation dynamics because both patterns occur and neither pattern alone provides a complete assessment of vegetation dynamics on all rangelands. Continuous and reversible vegetation dynamics prevail within stable vegetation states, whereas discontinuous and nonreversible dynamics occur when thresholds are surpassed and one stable state replaces another. State-and-transition models can accommodate both categories of vegetation dynamics because they represent vegetation change along several axes, including fire regimes, weather variability, and management prescriptions, in addition to the succession-grazing axis associated with the traditional range model. Ecological thresholds have become a focal point of state-and-transition models because threshold identification is necessary for recognition of the various stable plant communities that can potentially occupy an ecological site. Thresholds are difficult to define and quantify because they represent a complex series of interacting components, rather than discrete boundaries in time and space. Threshold components can be categorized broadly as structural and functional based on compositional and spatial vegetation attributes, and on modification of ecosystem processes, respectively. State-and-transition models and rangeland health procedures have developed in parallel, rather than as components of an integrated framework, because the two procedures primarily rely on structural and functional thresholds, respectively. It may be prudent for rangeland professionals to consider the introduction of these alternative evaluation procedures as the beginning of a long-term developmental process, rather than as an end point marked by the adoption of an alternative set of standardized evaluation procedures.

Resumen

Este artículo sintetiza los conceptos ecológicos y perspectivas en las que se fundamenta el desarrollo y aplicación de los modelos de estado- y- transición, umbrales y salud del pastizal. La introducción del concepto de múltiples estados estables estableció el camino para el desarrollo de estos procedimientos alternativos de evaluación, hipotetizando que múltiples comunidades estables de plantas puede potencialmente ocupar sitios ecológicos individuales. Los procedimientos de evaluación de la vegetación deben ser capaces de evaluar tanto las dinámicas de vegetación continuas y reversibles como las discontinuas y no reversibles, ya que ambos patrones ocurren y ningún patrón solo provee una evaluación completa de las dinámicas de la vegetación en todos los pastizales. Las dinámicas de la vegetación continuas y reversibles prevalecen dentro de los estados estables de la vegetación mientras que las discontinuas y no reversibles ocurren cuando los umbrales son sobrepasados y un estado estable reemplaza a otro. Los modelos de estados- y- transición pueden acomodar ambas categorías de dinámicas de la vegetación porque ellos representan el cambio de la vegetación a lo largo de varios ejes, incluyendo regímenes de fuego, variabilidad climática y prescripciones de manejo; además del eje de sucesión-apacentamiento asociado con el modelo tradicional del pastizal. Los umbrales ecológicos han venido a ser un punto central de los modelos de estado- y- transición, porque la identificación de estos umbrales es necesaria para reconocer las diferentes comunidades vegetales estables que potencialmente pueden ocupar un sitio ecológico. Los umbrales son difíciles de definir y cuantificar porque ellos representan una serie compleja de componentes interactuando en lugar de fronteras discretas en tiempo y espacio. Los componentes de los umbrales pueden ser ampliamente categorizados como estructurales y funcionales en base a los atributos de composicionales y espaciales de la vegetación y en la modificación de los procesos de los ecosistemas respectivamente. Los modelos de estados y- transición y los procedimientos de salud del pastizal se han desarrollado paralelamente en lugar de desarrollarse como componentes de una estructura integrada porque los dos procedimientos se basan principalmente en umbrales estructurales y funcionales respectivamente. Puede ser prudente para la profesión de manejo de pastizales considerar la introducción de estas procedimientos alternativos de evaluación como el inicio de un proceso de

The Texas and Oklahoma Agricultural Experiment Stations and USDA-NRI Ecosystem Program (92-37101-7463) funded field research that contributed to this synthesis and the stations provided partial support to the authors during manuscript preparation.

Correspondence: Dr D. D. Briske, Dept of Rangeland Ecology and Management, Texas A&M University, 2126 TAMU, College Station, TX 77843-2126. Email: dbriske@tamu.edu

Manuscript received 3 September 2003; manuscript accepted 26 September 2004.