

# ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE MODELOS ECOLÓGICOS APLICABLES AL MANEJO DEL TERRITORIO

Godron Michel\*

## RESUMEN

Se propone una metodología para desarrollar modelos ecológicos utilizados en el manejo del territorio, destacándose los elementos más importantes que deben considerarse en la planeación del modelo; se ejemplifica con el Parque Nacional de Cévennes, Francia, y se esquematiza la interacción entre las variables.

**Palabras clave:** Modelo ecológico, manejo regional, biomasa, variables económicas.

## SUMMARY

A method to develop ecological models used in land management is proposed; it takes into account the most significant elements that should be considered during the planning phase; an example is shown with the National Park of Cévennes, France, and a scheme of the interactions among the different variables is included.

**Key words:** Ecological model, regional management, biomass, economic variables.

---

1 Traducción del inglés por Cecilia Nieto de Pascual Pola, Biol. y M.C.; Investigador Titular del CENID COMEF, INIFAP.

\* Doctor en Ecología. Instituto de Botánica. Montpellier, Francia.

## INTRODUCCIÓN

Los modelos destinados a esquematizar el funcionamiento de un solo ecosistema estacional son ahora relativamente numerosos; así tenemos, por ejemplo, las bibliografías de K.E.F. Watt (1968)<sup>2</sup>, de G.M. Van Dyne (1969)<sup>3</sup> o de B.C. Patten (1971)<sup>4</sup>. Por el contrario, los conjuntos de funciones que permiten analizar la evolución de un conjunto de numerosos ecosistemas estacionales a fin de proponer un manejo regional, son raros, sin duda porque deben poseer cuatro características particulares. A continuación se precisan éstas, antes de presentar un ejemplo que ilustre alguna de las dificultades inherentes al problema.

### CUATRO CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DE UN MODELO DE MANEJO REGIONAL.

#### El modelo debe comprender varias "facetas".

El territorio comprendido por el modelo no es homogéneo jamás, y se le puede subdividir en fracciones de manera tal que correspondan a otras tantas facetas del modelo.

Estas fracciones son las REGIONES ECOLOGICAS, los SECTORES ECOLOGICOS, o las ESTACIONES, y estos tres niveles deben ser examinados sucesivamente.

REGIONES ECOLOGICAS, La región ecológica es considerada aquí como la entidad del territorio donde las variables climáticas varían de manera regular, en función de la latitud, la altitud, de la exposición general, de la distancia al mar, etc. Dicho de otra manera, es el territorio al interior del cual es posible interpolar las observaciones macro-climáticas.

Los límites de las regiones reales a menudo se fundamentan sobre un conjunto de criterios que no son del todo climáticos. Pero la predominancia del clima presenta una

---

<sup>2</sup>Watt, K. E. F. 1968. Ecology and resource management: a quantitative approach.

<sup>3</sup>Van Dyne, G. M. 1969. Some mathematical models of grassland ecosystems.

<sup>4</sup>Patten, B. C. 1971. Systems analysis and simulation in Ecology.

ventaja, en el sentido de que se permite utilizar los datos meteorológicos para construir el cuadro climático, al interior del cual las otras variables ecológicas van a encajar.

**SECTORES ECOLOGICOS.** La delimitación de los sectores ecológicos es una fase capital de la operación, ya que a este nivel intervienen las variables ligadas al suelo, principalmente. No nos detendremos aquí porque esto se aboca a las técnicas específicas de la Geomorfología y de la Ecología, y porque es netamente más sincrónica que diacrónica.

**ESTACIONES.** Si las variables bióticas (en el primer rango de las cuales se coloca la influencia del hombre) fueran importantes al punto de alterar aun al nivel regional a las variables climáticas y edáficas, habría que construir un conjunto de funciones para cada estación ecológica. Es raramente necesario llegar allá, porque el desarrollo natural de los entes vivos, y la acción del hombre son casi siempre modelados sobre sectores ecológicos hacia el interior de una región dada.

Finalmente, dentro de la mayoría de los casos, un modelo de manejo regional comprenderá tantos conjuntos de funciones como sectores ecológicos existan, y dichas funciones están a menudo establecidas a partir de observaciones recogidas gracias a un muestreo estratificado que descansa sobre los criterios climáticos, geológicos, geomorfológicos y fisonómicos.

### **Los modelos deben tener en cuenta la evolución de las "formaciones vegetales".**

La mayor parte de los modelos ecológicos hacen intervenir explícitamente la variable tiempo; aquí será la variable independiente principal para establecer el modelo de la evolución diacrónica de la región y para prever el futuro.

Para algunos, un modelo simulando el funcionamiento de un sólo ecosistema --incluso dentro de una sola formación vegetal-- generalmente no toma en cuenta la evolución de las formaciones vegetales adyacentes. Al contrario, si uno quiere estudiar el conjunto de una región, debe necesariamente conocer las transformaciones posibles (naturales o artificiales) de cada una de las formaciones vegetales.

La elaboración de una matriz de transición permite fácilmente simular la evolución de la vegetación sustraída de la influencia humana. J. Lapart y M. Debussche, así han esquematizado empíricamente las probabilidades de transición en diez años de la vegetación de un valle de Cévennes. Las posibilidades de transición para noventa años se obtienen multiplicando nueve veces la matriz por ella misma. Una evolución de

formaciones se perfila hacia un conjunto de formaciones que corresponden a la secuencia, debido al hayal cartografiado en el Atlas de Languedoc-Roussillon.

Una matriz de transiciones artificiales debidas a una influencia generalizada del hombre según las orientaciones de la economía actual, puede ser establecida; por lo tanto, las proyecciones intermedias describen la evolución de la vegetación en función de las acciones más matizadas.

### **El modelo debe integrar las variables económicas.**

La tercera característica esencial de un modelo de distribución regional es la de poder integrar ciertas variables económicas desde las primeras fases del trabajo; esta integración complica el problema al incorporar algunas variables bastante delicadas de manejar (inversiones, rentabilidad, turismo, etc.), pero simplifica las cosas en la medida en que permite seleccionar las variables y las funciones ecológicas accesibles más importantes. Así, dentro del ejemplo examinado, las variables biológicamente mayores, tales como la actividad de los descomponedores, han sido puestas fuera de circuito, por la simple razón de que sus incidencias no pueden ser actualmente evaluadas.

Cada uno de los elementos de las matrices de transición artificiales corresponden a una porción de un cierto rendimiento por unidad de superficie. La multiplicación de estos rendimientos elementales por el vector de las formaciones vegetales deducido de la carta de ocupación de tierras, indica el rendimiento del primer año de explotación. La evolución de este rendimiento en el curso de los años siguientes, puede ser simulado calculando los potenciales sucesivos de la matriz. Así, podemos estar revelando los tipos de explotación excesivos y las modificaciones del paisaje que peligran al disminuir las bellezas escénicas.

En otro caso --en particular, dentro de aquellos donde la amortización de inversiones dura lapsos más largos que el tiempo estudiado-- los procesos económicos serán aproximados sincrónicamente más que diacrónicamente.

### **Las variables deben ser segmentadas.**

Es útil esquematizar las relaciones entre las variables por una gráfica de conjunto, pero falta, inmediatamente después, descomponer cada una de las variables en segmentos tan numerosos como sea posible. La población de rumiantes, por ejemplo, debe estar subdividida en función de los tipos de alimento que consumen y de los

productos que pueden brindar. Se distinguen así, a las ovejas madres tratadas de aquellas que criaron a sus corderos, y a los corderos de un año (añeros), las madres, y los recién nacidos.

Es a este nivel que la complejidad del modelo puede ajustarse con la mayor sensibilidad deseada, utilizando un programador.

## **UN EJEMPLO.**

La zona central del Parque Nacional de Cévennes se escogió como ejemplo, porque es uno de los casos modelo que tiene cualquier oportunidad de ser puesto a prueba en verdadera grandeza, sin que las consideraciones que no pueden reportarse con la ecología, generen demasiado desorden en el manejo.

Las variables operacionales que han llamado nuestra atención para uno de los sectores estudiados, son los siguientes:

### **\* Variables abióticas.**

- Temperatura del aire.
- Precipitaciones.
- Nevadas.
- Humedad del suelo.

### **\* Variables relativas a los productores y consumidores.**

- Biomasa aérea de leñosas altas.
- Biomasa aérea de leñosas bajas.
- Biomasa aérea de vegetación herbácea.
- Materia orgánica mineralizada por la descomposición.
- Biomasa de carneros y cabras.
- Caza.
- Copas forestales.
- Salvajes y rapaces.
- Porciones de cazadores (eventualmente).

### **\* Variables socioeconómicas.**

- Densidad de la población autóctona (en relación con el habitat).
- Inversiones.
- Turismo y bienes o servicios gratuitos (en relación

con las vías de comunicación).  
Rentabilidad.

Esto puede simbolizarse con:

$$BLH = f(T,H,C,P,F,I)$$

Con todo rigor, esta función deberá estar calculada a partir de mediciones precisas de fotosíntesis, de transferencia hacia los troncos, de la actividad de carnívoros, de fluctuaciones del curso de la madera, de la política forestal nacional, etc.

La experiencia adquirida dentro de este campo, con la ayuda de la Delegación General de la Investigación Científica y Técnica, conduce a ensayar muy pronto una primera aproximación del conjunto de relaciones, sin atender a los detalles que son ya conocidos.

La solución más simple consiste en tratar solamente las variables lineales en valor relativo, las variables biológicas y socioeconómicas. Desde un punto de vista teórico, esto conduce a construir un sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden, pero es muy simple simular directamente la evolución de un sistema, paso a paso, utilizando, por ejemplo, el lenguaje APL.

Todo esto es extremadamente elemental, y no puede servir más que para mostrar por cual vía nos parece posible elaborar los modelos ecológicos para el manejo de un territorio. Para tener algunas oportunidades de alcanzar tales objetivos, las condiciones necesarias (que no son suficientes) son:

- La existencia de un equipo interdisciplinario, capaz de realizar una integración desde el inicio del programa.
- Un territorio donde los criterios de manejo tomados en cuenta por los que toman decisiones, no serían solamente las variables socioeconómicas, sino también los caracteres ecológicos.
- El conocimiento previo de las principales unidades ecológicas, conduce cuando menos a una carta de reconocimiento.

Finalmente, cabe insistir sobre esta última condición al recordar que hará falta construir tantos modelos diferentes como sectores ecológicos halla dentro del territorio

estudiado, ya que la elaboración de estos modelos no reemplaza los estudios fitoecológicos, en virtud de encontrarse más bien en la fase última.

## BIBLIOGRAFÍA

- GODRON, M. *et al.* 1968. Code pour le relevé methodique de la vegetation et du milieu: principes et transcription sur cartes perforées. Ed. du CNRS. Paris, France.
- PATTEN, B.C. 1971. Systems analysis and simulation in Ecology. Academic Press. New York.
- VAN DYNE, G.M. 1969. Some mathematical models of grassland ecosystems. In: R.L. Dix & R.G. Beidleman (Eds.). Colorado State University.
- WATT, K.E.F. 1968. Ecology and resource management: a quantitative approach. McGraw Hill. New York.