

## EL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA FORMACIÓN DE AGRÓNOMOS, BIÓLOGOS E INGENIEROS HIDRÁULICOS EN LA ARGENTINA. TEMAS Y EJEMPLOS

Prof. Dr. Jorge Ares  
Facultad de Ingeniería Hidráulica y Civil,  
Universidad Nacional de la Patagonia  
San Juan Bosco, Trelew.

### Resumen

**Presentador:** Prof. Dr. Jorge Ares - Director de Beca Pos-Doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)- Consultor del Programa de Pos-Grado en Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Docente de Posgrado en Agronomía y Biología de la Universidad Nacional del Sur- Profesor de la carrera de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina.

Durante los últimos 7 años, se ha intensificado la incorporación de técnicas y conceptos sistémicos en la formación de graduados y pos-graduados en las disciplinas agronómicas, en las licenciaturas en biología y en la formación de ingenieros hidráulicos de riego en la Argentina. En esta ponencia se presentarán ejemplos recientes de materias, temas y aplicaciones utilizadas en tres universidades nacionales de la Argentina con mi participación.

En la formación de agrónomos, he desarrollado un curso de pos-grado denominado Ecología de Sistemas (Universidad Nacional del Sur). El curso utiliza el sistema de aplicación Stella y los alumnos adquieren la capacidad de construir modelos de simulación dinámicos de sistemas silvopasturiles y de acuicultura. A nivel posdoctoral (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), se encuentra en desarrollo una beca cuyo objetivo es el desarrollo de un modelo espacial-explicito de la regeneración de la vegetación en áreas con perturbaciones extremas (remoción del canopy para obras civiles, minería, etc.)

En la formación de licenciados en Biología (Universidad Nacional del Sur), he desarrollado un curso avanzado de grado denominado Ecología de Comunidades y Sistemas. En él se suministra la capacidad de construir y analizar modelos de simulación dinámicos de sistemas biológicos de interacciones directas e indirectas entre organismos (competencia, predación), y modelos espacial-explicitos de dinámica de poblaciones.

En la formación de Ingenieros Hidráulicos de proyectos de riego agrícola (Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco), se desarrolla un curso denominado Gestión Ambiental destinado a proveer a los futuros ingenieros de los elementos necesarios para comprender el funcionamiento de los

sistemas ecológicos, los fenómenos de transporte y efectos de los contaminantes industriales y agrícolas más frecuentes, y la utilización de técnicas de auditoría ambiental para la gestión sustentable de los recursos hídricos.

Se exhiben a continuación ejemplos de los ejercicios y herramientas utilizadas en estos cursos. Se concluye que la introducción de técnicas de análisis de sistemas contribuye a desarrollar una percepción técnica formal y cuantitativa de los sistemas naturales que son objeto de aplicación de las profesiones de biólogos, agrónomos e ingenieros hidráulicos de riego.

## Summary

Presenter: Prof. Dr. Jorge Ares, - Director of Post-Doctoral Studies, National Council of Scientific and Technologic Research (CONICET) – Consultant, Program of Post-Graduate Studies in Agronomy, University of Buenos Aires. Post-graduate Professor in Agronomy and Biology at the University of the South – Professor at the syllabus of Hydraulic Engineering, University of Patagonia San Juan Bosco.

During the last 7 years, the incorporation of techniques and systemic concepts in the formation of graduate and post-graduate levels has been intensified in the syllabi of Agronomy, Biology and Hydraulic Engineers in Argentina. Examples of lectures, subjects and exercises utilized by me in three Argentine universities will be shown.

In Agronomy, I developed a post-graduate level course named Systems Ecology at the University of the South. The simulation tool Stella is used and the students develop the ability to build dynamic simulation models of forest-grassland systems, aquaculture systems, etc. At a Post-Doctoral level, a program is developed in spatial-explicit modeling of the reconstruction of the plant canopy after extreme perturbations (canopy removal by engineering works, mining activities, etc.)

In Biology (University of the South) I taught an advanced course named Community and Systems Ecology. Here the capacity is developed to build and analyze dynamic simulation models of the direct (competition, predation) and their spatial explicit extensions to estimate population dynamic processes.

In Hydraulic Engineering (University of Patagonia San Juan Bosco) a course name Environmental Management is developed. This supplies the future engineers with basic knowledge to understand the processes occurring in ecological systems, transport and fate phenomena of toxic substances and the utilization of environmental auditing techniques in sustainable environmental management.

In what follows examples of these activities are shown. In our experience, the presentation of techniques of systems ecology in the curricula of these examples contributes to develop a formal and quantitative technical perception about the natural systems managed by agronomists, biologists and hydraulic engineers.

*1. Departamento de Biología y Escuela de Graduados, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. Cursos*

- Licenciatura en Ciencias Biológicas

Ecología General (3er. año)

Ref.:

Brewer R. 1994. *The Science of Ecology*. Saunders Coll. Pub., Philadelphia, US.

Ecología de Comunidades y Sistemas (4to-5to. año).

Ref.:

McGlade, J. 1999. *Advanced Ecological Theory*. Blackwell Science, Plymouth, UK.

- Magister y Doctorado en Agronomía.
- Doctorado en Biología

Ecología de Sistemas.

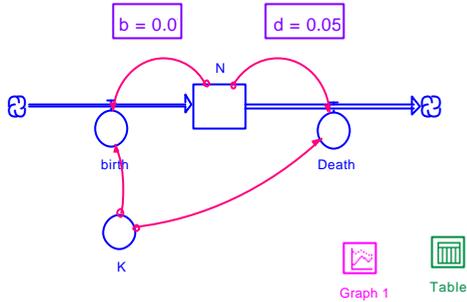
Ref.:

Grant W, Pedersen EK, Marín SL. 1997. *Ecology and Natural Resource Management*. Wiley, NY. US.

Hannon B, Ruth M. 1997. *Modeling Dynamic Biological Systems*. Springer, New York, US.

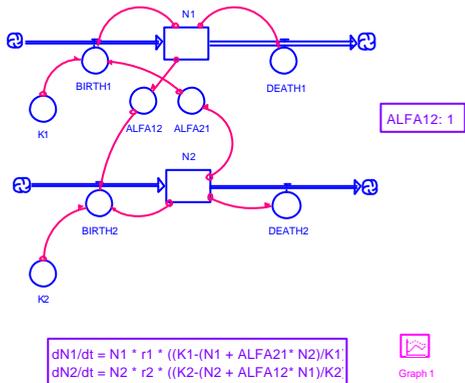
Ecología General (3er. año)  
Ejemplos: Crecimiento logístico y competencia

$$\begin{aligned} dN/dt &= N \cdot b \cdot \left( \frac{K-N}{K} \right) - N \cdot d \cdot \left( \frac{K-N}{K} \right) = \\ &= N \cdot (b-d) \cdot \left( \frac{K-N}{K} \right) = \end{aligned}$$



Ecología de Comunidades y Sistemas (4to. 5to. año).  
Ejemplo : Sistemas parásito-huesped en el espacio

EL MODELO DE LOTKA-VOLTERRA

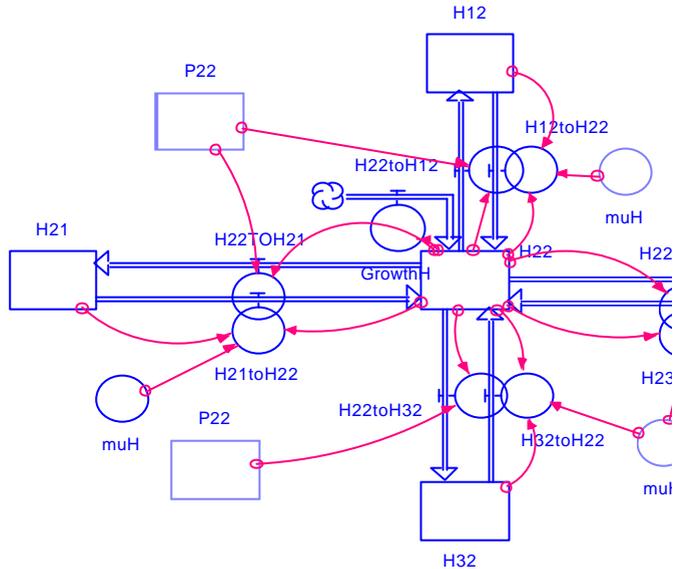


$$\begin{aligned} dN1/dt &= N1 \cdot r1 \cdot \left( \frac{K1 - (N1 + ALFA21 \cdot N2)}{K1} \right) \\ dN2/dt &= N2 \cdot r2 \cdot \left( \frac{K2 - (N2 + ALFA12 \cdot N1)}{K2} \right) \end{aligned}$$

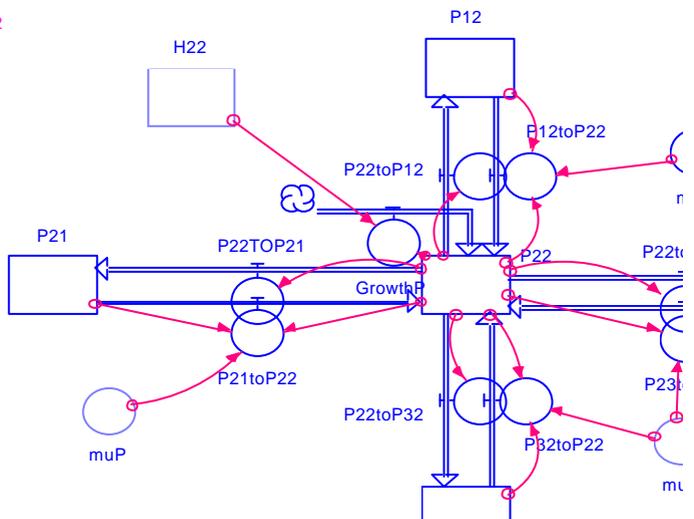
Modelos espaciales de ecuaciones  
diferenciales parciales. (Ver ver



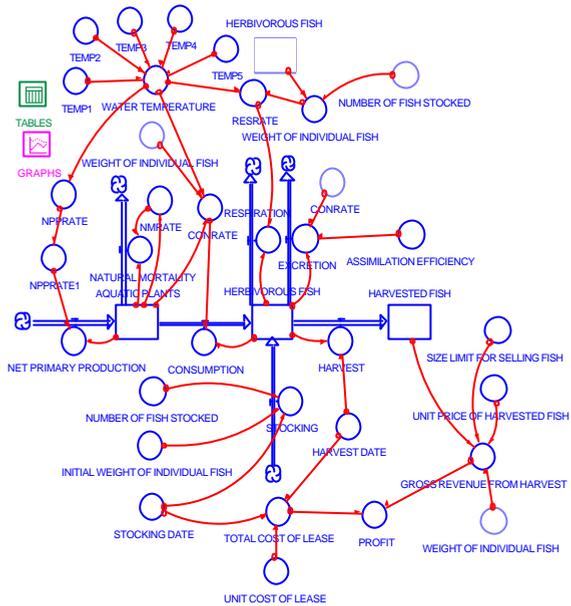
Graph 1



Graph 2



Ecología de Sistemas (Posgrado: agrónomos, biólogos).  
Ejemplo: Sistema de acuicultura



LAST INTERMEDIATE MODEL AND DEFINITIVE M  
DEFERMINISTIC VFRSION

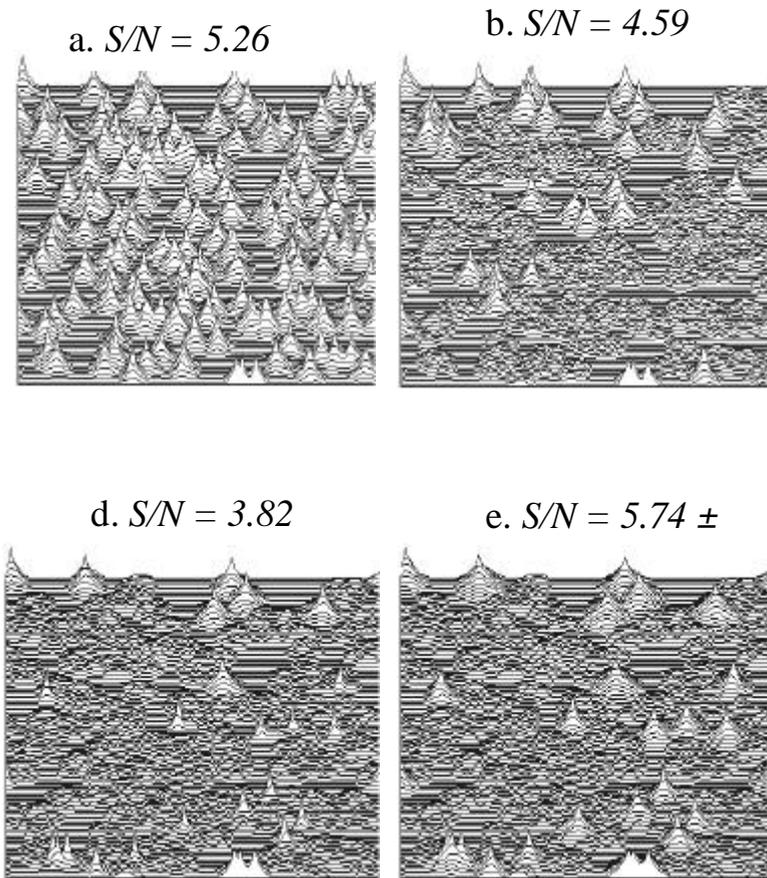
CH 9 FIGURES

*2. Comisión de Ingeniería Agropecuaria, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Becarios posdoctorales.*

Desarrollo de modelos espacial-explicitos de la cobertura vegetal en campos de pastoreo. Desarrollo de indicadores estructurales a varias escalas.

Ejemplo: Evolución de la cobertura vegetal sometida a pastoreo.

Figure 1



3. *Facultad de Ingeniería Hidráulica y Civil, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Trelew. Curso*

Gestión Ambiental (5to. año).

**TÉCNICAS AVANZADAS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA  
INGENIEROS (POSGRADO)**

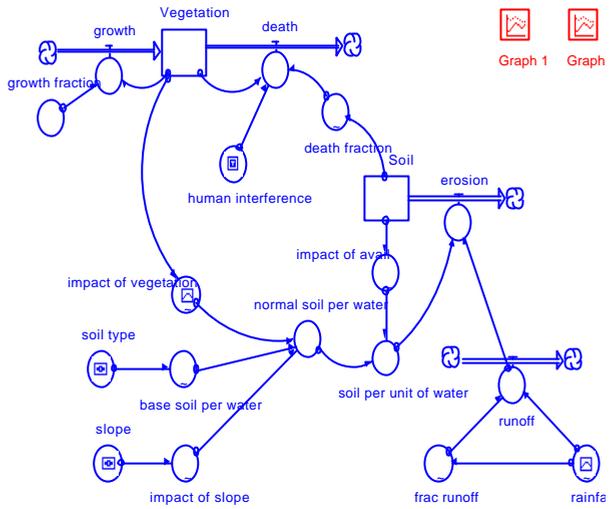
Ref: La Grega MD, Buckingham PL, Evans JC. 1994.  
Hazardous Waste Management. Mc -Graw Hill, Singapore.

Modelos de simulación de transporte de contaminantes en la atmósfera, el suelo, aguas superficiales, etc.

**GESTIÓN AMBIENTAL (5TO. AÑO).**

Modelos de simulación de transporte de contaminantes en la atmósfera, el suelo, aguas superficiales, etc.

Ejemplo: Ecuación general de pérdida de suelos



Graph 1 Graph