



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Miguel Ángel Muñoz Martínez

Departamento y Área de Conocimiento: Electromagnetismo y Física de la Materia. Física de la Materia condensada

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: Análisis físico-estadístico de la estabilidad de redes y comunidades complejas: aplicación a ecosistemas y biodiversidad.

Tipología del Trabajo:

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica	X	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos		5. Elaboración de un proyecto	X
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo: Los ecosistemas se pueden representar de manera abstracta como redes complejas en la que los que cada nodo representa una especie y los enlaces establecen relaciones o interacciones ecológicas. En un trabajo seminal R. May estableció usando teoría de matrices aleatorias que los ecosistemas son más inestables cuanto más complejos, lo que contradice las observaciones empíricas, dando lugar a un fuerte debate “stability-versus-diversity”. Entender los mecanismos que hacen que los ecosistemas reales no sean aleatorios y se pueda ir más allá de las predicciones de May es un reto de gran importancia y actualidad. En el presente TFG el alumno hará una revisión bibliográfica del argumento, y explorará por sí mismo usando técnicas tanto analíticas como computacionales diversos ejemplos de comunidades, modelados en diversos modos para profundizar en este debate.

Objetivos planteados:

Mediante revisión bibliográfica, el alumno se familiarizará con el problema, entenderá cuales son los retos y dificultades principales.

Se contrastarán las distintas explicaciones propuestas en los últimos años a la estabilidad y no aleatoriedad de las redes ecológicas, tales como la coherencia trófica, la direccionalidad y el anidamiento para dilucidar los factores más importantes y fundamentales, atendiendo al ajuste de datos empíricos. Se compararán estos resultados con los matices propuestos a la paradoja de May por desarrollos recientes de su enfoque.

Se propondrán y analizarán modelos dinámicos sencillos sobre grafos (tipo Lotka-Volterra), que no obstante puedan arrojar luz sobre los problemas propuestos. Se analizará en particular la estabilidad de los estados frente a perturbaciones y la estructura del espacio de posibles soluciones. Se estudiarán también modelos neutrales y los mecanismos para conseguir dentro de dicho ámbito coexistencia de especies.

El alumno aprenderá y aplicará técnicas de teoría de grafos, teoría de matrices aleatorias y teoría de procesos estocásticos para abordar la resolución de los citados problemas.

El alumno desarrollará las técnicas computacionales y de simulación necesarias (Monte Carlo, Gillespie, etc) para complementar o chequear los resultados analíticos.

Metodología:

Revisión bibliográfica entendiendo cual es el “estado del arte” del citado problema.

Teoría de grafos, teoría de matrices aleatorias y teoría de procesos estocásticos para abordar la resolución de los citados problemas.

Técnicas computacionales y de simulación necesarias (Monte Carlo, Gillespie, etc) para complementar o chequear los resultados analíticos.

Bibliografía:



- May RM (1972) *Will a large complex system be stable?* Nature 238(5364):413–414.
- May RM (1973) *Stability and Complexity in Model Ecosystems* (Princeton Univ. Press, Princeton, NJ).
- Solé RV, Bascompte J (2006) *Self-Organization in Complex Ecosystems* (Princeton Univ. Press, Princeton, NJ).
- Drossel B, McKane AJ (2003) *Modelling Food Webs. A Handbook of Graphs and Networks: From the Genome to the Internet* (Wiley-VCH, Berlin).
- Allesina S, Tang S (2012) *Stability criteria for complex ecosystems*. Nature 483(7388): 205–208.
- Johnson, S., Dominguez García, Muñoz, MA, (2014) *Trophic coherence determines food-web stability*. Proceedings of the National Academy of Sciences, www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1409077111
- Mehta ,P., Marsland, R., Cui, W., (2019) *Diverse communities behave like typical random ecosystems*. arXiv:1904.02610 [q-bio.PE]
- Anand, M.; Gonzalez, A.; Guichard, F.; Kolasa, J.; Parrott, L. (2010) *Ecological Systems as Complex Systems: Challenges for an Emerging Science*. *Diversity* 2, 395-410
- Hubbell, S. (2001) *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*; Princeton University Press: Princeton, NJ, USA, p. 448.
- Azaele S. et al. (2016) *Statistical mechanics of ecological systems: Neutral theory and beyond*, Review of Modern Physics. 88
- Landi, P et al. (2018) *Complexity and stability of ecological networks: a review of the theory*”, Population Ecology 60:319-345
- Allesina S, (2012) *Stability criteria for complex ecosystems*. Nature 483(7388): 205–208.
- Maynard D.S., Miller Z.R., Allesina S., (2020) *Predicting coexistence in experimental ecological communities*. Nature Ecology & Evolution 4: 91-100

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Alberto del Moral Valladares

Granada, 17 de Junio 2020

Sello del Departamento