

ECOLOGIA TEÒRICA

Tipus d'assignatura: Optativa de segon cicle

Departament responsable: Ecologia

Coordinador de l'assignatura: Jordi Flos

Distribució temporal: febrer-juny. Teoria 45 hores dx,dj,dv, de 12-13; pràctiques 5 dijous, de 18-21, en aula d'informàtica.

Nombre de crèdits: 6 crèdits (4,5 de teoria i 1,5 de pràctiques)

OBJECTIUS.

Actualitzar conceptes d'ecologia vistos en cursos anteriors i fer conèixer als alumnes conceptes i mètodes propis de la ciència de sistemes complexos que afecten de plè a la teoria i pràctica de l'ecologia. Entre altres: informació, caos determinista, fractals, lleis d'escala, criticalitat autorganitzada, estructures de xarxes...

Classes teòriques:

Presentació de lliçons del programa i discussió textos escullits.

Classes pràctiques:

S'utilitzaran per a introduir conceptes teòrics a través d'exemples pràctics, alguns dels quals tindran una part de mostratge, amb posterior anàlisi a classe. Entre altres coses, els alumnes aprendran a integrar numèricament sistemes d'equacions diferencials amb l'Excel, i aprendran a usar el paquet "Simulink" de Matlab per a plantejar i resoldre els seus propis models dinàmics.

AVALUACIÓ

Una prova escrita on entren els temes de teoria i de pràctiques, i opcionalment, un treball de curs. En aquest cas, els temes es distribueixen a primers d'abril, hi ha una primera entrega i correcció a primers de maig, i l'entrega final és el 15 de juny.

PROGRAMA

Bloc 1: Introducció a la ciència de l'ecologia

- 1- Ecologia: matèria, energia i organització. Transformacions energètiques, materials i d'informació.
- 2- Organització jeràrquica de la natura. Entitats, escales i jerarquies en ecologia.
- 3- Fonaments d'epistemologia. La lògica de la investigació científica. Teories i models. Entitats i regles del joc. Atomisme i ecologia
- 4- La dinàmica ecològica. Aproximacions holista i reduccionista, una mica d'història. Sistema ecològic. Successió. Climax. Caos.

Bloc 2: Informació i comunicació.

- 5- Fonaments de termodinàmica lineal. Segona llei i irreversibilitat. Entropia de Boltzmann. Incertesa, entropia i informació.
- 6- Entropia estadística. Informació mútua i redundància. Aplicacions estadístiques en l'anàlisi de dades ecològiques.
- 7- Introducció als principis i al càlcul variacionals. La maximització de l'entropia amb constrenyiments. Aplicacions ecològiques.
- 8- Teoria de l'adaptabilitat de Conrad. Igualtat fonamental. Exemples d'aplicacions.
- 9- Grafs en ecologia. Complexitat en els grafs: mesures d'entropia i informació interna. L'ascendència d'Ulanovicz.
- 10- Teoria de la comunicació. Missatges. Canal de comunicació. L'index de diversitat de Shannon.

Bloc 3: Dinàmica no-lineal i caos.

- 11- Dinàmica de poblacions. Models clàssics. Competència i depredador-presa. Espai de fases. Atractors.
- 12- Introducció al caos determinista. Estudi de l'equació logística discreta. Diagrames d'iteració i de bifurcació. Característiques del caos.
- 13- Model de Lotka-Volterra discret. Model de Gilpin. Cadena tròfica de tres espècies. Model de dinàmica del plàncton. Model d'epidèmies SEIR. Model de dinàmica de la SIDA.
- 14- Atractors estranys. Autosimilaritat en els atractors estranys. Les fractals. Algorismes generadors. Dimensió fractal. Mesura pràctica de la dimensió fractal.
- 15- Sèries temporals i caos determinista. Caracterització. Teorema de Withney. Dimensió d'immersió i reconstrucció pel mètode de Takens. Secció de Poincaré. Dimensió de correlació. Alguns exemples.
- 16- Exponents de Lyapunov. Mètodes per mesurar-lo. Predicció no-lineal. Exponent de Lyapunov espacio-temporal.
- 17- Ubiquïtat de dinàmiques no lineals. El caos en sistemes naturals. La llavor del caos i el seu control.

Bloc 3: El paper de l'espai

- 18-** La inclusió de l'espai en les dinàmiques poblacionals. Reacció difusió. Xarxes acoblades. Caos espacial en poblacions uniespecífiques. Model de Hassell.
- 19-** Model de competència i trencament de simetria. Estructures de Turing. Ones espirals i dinàmica de parasitoids. Sincronia espacial.
- 20-** Dinàmiques multiespecífiques. Estabilitat i complexitat. Diversitat fora de l'equilibri: estabilitat caòtica. Implicacions per l'ecologia teòrica.
- 21-** Models de metapoblacions amb espai implícit i explícit. Destrucció d'habitat i fragmentació. La percolació en l'espai explícit. Extinció i conservació.

Bloc 4: Criticalitat autorganitzada i lleis d'escala.

- 22-** Transicions de fase i criticalitat. La criticalitat autoorganitzada. El piló de sorra. Jocs de la vida. Lleis locals i propietats emergents.
- 23-** Lleis d'escala i exponents crítics. Ubiquïtat de les fractals i les dinàmiques 1/f.
- 24-** Autosimilaritat en la selva tropical. El joc del bosc. Diversitat en la selva tropical.
- 25-** Criticalitat autorganitzada i els incendis forestals. Transicions des de la subcriticalitat a la supercriticalitat. Implicacions per la gestió.
- 26-** La distribució d'individus en espècies. Distribucions estadístiques, diversitat i espècies rares.
- 27-** Anàlisi de grafs d'estructures naturals i artificials. Els "mons petits" i altres propietats. Autoorganització, jerarquització, evolució. Xarxes ecològiques. Fortalesa i fragilitat. Espècies clau, redundància i adaptabilitat.
- 28-** Ecologia i evolució. Propietats del registre fòssil. Models de macro-evolució. Sistemes ecològics i microevolució.

Bibliografia

- Bascompte, J i R.V. Solé (eds.) 1998 *Modeling spatiotemporal dynamics in ecology*. Springer Verlag. Berlin Heidelberg New York, 230 pp. (ISBN 3-540-63449-5)
- Cullen, M.R. 1985 *Linear Models in Biology*. Ellis Horwood Ltd- John Wiley and Sons
- Feder, J. 1988 *Fractals*, Plenum Press, New York & London
- Flos, J. (ed.) 1995 *Ordre i caos en ecologia*. Publicacions Universitat de Barcelona.
- Holden, A.V. (ed.) 1986 *Chaos*. Manchester University Press. (ISBN 0719018536)
- Ibañez J.J. i C. Machado (eds) 1995 *Análisis de la variabilidad espacio-temporal y procesos caóticos en ciencias medioambientales*. Geofoma Ediciones

- Jeffries, C. 1989 *Mathematical Modeling in Ecology*. A workbook for students. Birkshäuser, Boston, Basel Berlin.(ISBN 0-8176-3421-5)
- Jou, D. 1985 *Introducció a la termodinàmica de processos biològics*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Margalef, R. 1980 *La biosfera entre la termodinàmica y el juego*. Omega, Barcelona.
- Margalef, R. 1991 *Teoría de los sistemas ecológicos*. Publicacions Universitat de Barcelona.
- Margalef, R. 1997 *Our Biosphere*. Col. Excellence in Ecology nº 10. Publisher: Ecology Institute, Nordbunte 23, D-21385 Oldendorf/Luhe, Germany.
- May, R.M. 1974 *Stability and complexity in model ecosystems*. Princeton University press, New Jersey.
- Maynard Smith, J. 1974 *Models in ecology*. Cambridge University Press
- Murray, J.D. 1989 *Mathematical biology*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (ISBN 3-540-19460-6) (Biomathematics vol 19)
- Solé, R.V. i S.C. Manrubia 1996 *Orden y Caos en sistemas complejos*. Edicions UPC (politext 47)(ISBN 84-89636-10-9)
- Solé, R. V. i J. Bascompte. *Self-organization and complexity in evolutionary ecology*. Princeton University Press (2003)
- Van Dobben, W.H. & R.H. Lowe-McConnell (eds) 1975 *Unifying concepts in ecology*. Dr. W. Junk B.V. Publishers, The Hague (traducció a ed. Blume)