



## FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología

Licenciado de Ciencias Ambientales (plan 1998)

### PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: ECOLOGÍA

<b>CARÁCTER :</b>	<b>TRONCAL</b>	<b>CRÉDITOS TEÓRICOS:</b>	<b>9</b>	<b>CRÉDITOS PRÁCTICOS:</b>	<b>3</b>
-------------------	----------------	---------------------------	----------	----------------------------	----------

<b>CURSO ACADÉMICO:</b>	<b>2011/12</b>	<b>CICLO:</b>	<b>1º</b>	<b>CURSO:</b>	<b>2º</b>	<b>CUATRIMESTRE:</b>	<b>ANUAL</b>
-------------------------	----------------	---------------	-----------	---------------	-----------	----------------------	--------------

<b>ÁREA DE CONOCIMIENTO:</b>	<b>ECOLOGÍA</b>
------------------------------	-----------------

#### DESCRIPTORES SEGÚN B.O.E.

Factores Ambientales. Estructura y función de ecosistemas. Ecofisiología. Ecología humana.

#### OBJETIVOS DE LA ASIGNATURA

Proporcionar al alumno las herramientas y los principios básicos de la Ecología. Familiarizar al alumno con el funcionamiento de la Naturaleza a través del estudio de sus componentes y sus dinámicas de interacción.

#### CONTENIDOS

##### **Capítulo I: Introducción histórica y conceptual.**

**Tema 1.- Introducción histórica y conceptual.-** Ecología: epistemología y objetos de estudio. Escuelas de pensamiento en Ecología: enfoque biótico y enfoque funcional, numeralismo y energetismo. Tendencias de síntesis: Teoría Jerárquica; escala y variabilidad espacio-temporal de los fenómenos ecológicos. El ecosistema como sistema termodinámico alejado del equilibrio.

##### **Capítulo II: Bases metodológicas y estadísticas.**

**Tema 2.- Medida y muestreo.-** Medida y estimación. Precisión y sensibilidad. Objetividad. Estrategias de muestreo (al azar, estratificado, sistemático). Error de medida y de muestreo. Número y tamaño de muestra, área mínima. Instrumentos de muestreo. Diseño experimental y análisis de datos.- Bloques experimentales y estructura de tratamientos. Replicación y pseudo-replicación. Aleatorización. Diseño factorial completo, cuadrados latinos y medidas repetidas. Recordatorio estadístico: hipótesis nula, distribuciones y pruebas de significación; fundamentos de regresión y correlación, análisis de la varianza y análisis multivariante.

**Tema 3.- Abundancia de organismos.-** Frecuencia, índices de abundancia, densidad y biomasa. Tablas de especies, presencia-ausencia. Métodos de censo: transectos, captura-recaptura, depredación selectiva.

**Tema 4.- Modelos en ecología.-** Definiciones y tipos de modelos. Modelado: estructuras matemáticas, parametrización, simulación, predicción, validación y optimización. Ejemplos de modelos de ecosistemas y procesos.

##### **Capítulo III: Caracterización estructural de ecosistemas.**

**Tema 5.- Distribuciones de abundancia de especies. Diversidad.-** Concepto de especie; biodiversidad. Riqueza específica y equitatividad. Distribuciones de efectivos en especies en una comunidad: Modelos empíricos (Gleason, Motomura, Bazzaz y Preston), naturalistas (McArthur y Cohen) y de rarefacción (Sanders); derivación de índices de diversidad. Diversidad y teoría de la información: índices de Brillouin y Shannon-Weaver. Alcance y limitaciones de los índices de diversidad. Diversidad como medida de organización.

**Tema 6.- Regularidades en la presencia de colectivos. Sistematización de comunidades.-** Tipificación intuitiva, aproximaciones fitosociológicas. Tipificación no intuitiva: matrices de correlación, índices de afinidad, tablas de contingencia, matrices de distancias. Técnicas de clasificación y ordenación.

**Tema 7.- Irregularidades en la distribución de especies y colectivos. Heterogeneidad espacial.-** Patrones de distribución espacial de los individuos (agregación, regularidad y azar) y distribuciones teóricas (Poisson, binomial negativa y positiva); índice de agregación; efecto del tamaño de la muestra. Distribución

discontinua de colectivos, faceteado y tamaño de manchas; índices de heterogeneidad (índice de Margalef, índices de similitud). El concepto de continuo: zonación y fronteras; ecotonos. Relaciones entre la distribución de organismos (variable discreta) y condiciones ambientales (variables continuas): análisis gradienta.

#### **Capítulo IV: Organismos y Medio Físico. Biogeoquímica.**

**Tema 8.- Factores limitativos e internalización.-** Ley del mínimo de Liebig; factor de intensidad y de capacidad. Ley de la tolerancia de Shelford, curvas de respuesta; compensación de factores y ecotipos; variabilidad genética: acomodación y adaptación.

**Tema 9.- Radiación y espectro energético. Luz.-** Espectro de radiación solar, medida (fotométrica, radiométrica y cuántica), unidades. Interacción radiación/materia (dispersión, efectos Rayleigh y Mye; absorción y reflexión). Ventanas atmosféricas y espectro visible. Variaciones circadianas, estacionales y latitudinales; influencia en la distribución de biomas. La luz en el medio acuático, ecuaciones de atenuación. La luz y la cubierta vegetal: índice foliar. Fundamentos de teledetección.

**Tema 10.- Radiación térmica.-** Calor y temperatura, gradientes de temperatura, y densidad. Temperatura planetaria, efecto invernadero; estructura térmica de la atmósfera y los océanos, rudimentos de circulación atmosférica y oceánica. Caracterización térmica de las masas de agua continentales. Efectos de la temperatura sobre la velocidad de reacción; termorregulación; reglas térmicas.

**Tema 11.- Biogeoquímica.-** Paleobiogeoquímica y evolución de la biosfera. Tipos metabólicos. Fuentes y sumideros de la materia. Intercambios en la interfase gas-líquido-sólido. Síntesis y degradación de la materia; asimilación, inmovilización y mineralización. Ciclos biogeoquímicos tipo: ciclos "globales", intercambio atmosférico gaseoso, reacciones red-ox, control biológico; ciclos sedimentarios, meteorización, precipitación-adsorción, pH, control geoquímico; críticas a esta tipología básica.

**Tema 12.- El agua.-** Peculiaridades físico-químicas: temperatura, densidad y viscosidad; tensión superficial; solvatación y capa límite, consecuencias para la vida; calor específico y de evaporación. Ciclo global del agua y para la unidad de cuenca. Balance hídrico en un ecosistema de dehesa. El agua en el suelo, stress hídrico y adaptación de las plantas. El agua como disolvente: producto de solubilidad y constante de disociación; alcalinidad y pH. Composición iónica de las aguas naturales, constancia y variabilidad; salinidad y osmoregulación; salinidad-temperatura y densidad: circulación termohalina.

**Tema 13.- El oxígeno.-** Características, propiedades e isótopos. Fuentes y sumideros: fotosíntesis y respiración. Concentración y saturación de oxígeno disuelto. Intercambios aire-agua. Variación vertical en lagos y potencial red-ox.

**Tema 14.- El carbono.-** Propiedades moleculares; isótopos y aplicaciones. Fuentes y sumideros. CO<sub>2</sub> atmosférico. Difusión y transformación en el medio acuático: el equilibrio carbónico-carbonatos; relaciones con el pH y alcalinidad. Asimilación del carbono: autotrofia y heterotrofia. Materia orgánica: tipos, acumulación y descomposición en ecosistemas terrestres. Ejemplos de ciclos biogeoquímicos del C: el ciclo global del C; particularización a un ecosistema de pastizal.

**Tema 15.- Biogeoquímica del nitrógeno.-** i) Formas de N. ii) Fuentes primarias: fijación biológica del N<sub>2</sub>; condiciones y soluciones evolutivas; medida; comparación de tasas de fijación de N<sub>2</sub> en ecosistemas terrestres; fijación del N<sub>2</sub> y perturbaciones, dos casos singulares: sobrepastoreo (en zonas áridas con costra líquénica) e invasiones biológicas (introducción de *Myrica faya* en Hawaii). iii) Transformaciones del N entre la fase orgánica e inorgánica y hacia nitrato: Asimilación de nitrato y amonio, papel limitante del N y eficiencia de uso (reabsorción); Balance mineralización/inmovilización, el índice C/N; Nitrificación, efecto de las perturbaciones: talas e incendios forestales. iv) Reducción y transporte del N: reducción disimilatoria del nitrato (desnitrificación); volatilización de amonio. v) Ejemplos de ciclos biogeoquímicos del N: el ciclo global del N; modelo del ciclo del N en lagos.

**Tema 16.- Biogeoquímica del fósforo.-** i) subciclo geoquímico: fuentes, minerales primarios y meteorización; especies iónicas del ácido fosfórico y solubilidad; formación de minerales secundarios, reacciones de precipitación y adsorción/desorción en suelos, relaciones con el pH; implicaciones para la disponibilidad del P y métodos de medida; particularizaciones para la interfase agua-sedimento y relaciones con el Eh. ii) subciclo orgánico: asimilación del P, papel de las micorrizas y transformaciones en la rizosfera, reabsorción; actividad fosfatasa; balance mineralización/inmovilización, índice C/P. iii) Ejemplos de ciclos biogeoquímicos del P: análisis comparado entre ecosistemas forestales templados y ecosistemas áridos.

**Tema 17.- Biogeoquímica del S y micronutrientes.-** Ciclos del S e Fe. Formas e importancia biológica. Transformaciones bacterianas. Influencia del Eh y del estado trófico. Interacciones entre los ciclos biogeoquímicos.- Modelo de McGill y Cole de interacciones entre los ciclos del C, N, P y S; mineralización "biológica" y mineralización "bioquímica"; Relaciones C:N:P:S, significado de las desviaciones de la relación de Redfield. Otras interacciones entre ciclos biogeoquímicos.

**Tema 18.- Alteraciones regionales de los ciclos biogeoquímicos (Lluvia ácida y saturación de N).-** Reseña histórica: observación de síntomas, establecimiento de hipótesis e identificación de causas, efectos inesperados e incertidumbres actuales. Fuentes de emisiones contaminantes, transporte y transformación en la atmósfera, y deposición ácida. Efectos sobre ecosistemas acuáticos: capacidad tamponante y acidificación de sistemas lacustres y fluviales, cambios observables en variables físico-químicas y bióticas, ejemplos y estrategias de restauración. Efectos sobre ecosistemas forestales: efectos directos sobre la cobertura vegetal (daños cuticulares, pluviolavado), efectos indirectos (acidificación de suelos y balances de protones a nivel de ecosistema, deficiencias nutricionales y la hipótesis de la saturación de N). Grandes programas de investigación y

perspectivas futuras.

**Tema 19.- Alteraciones globales de los ciclos biogeoquímicos. Ecología y cambio global.-** Efecto invernadero. Alteraciones globales del ciclo del N y sus consecuencias. Agujero de ozono. Cambios globales en el uso del territorio, desertificación, cambio global y biodiversidad.

#### **Capítulo V: Flujo de materia y energía en los ecosistemas: ecología energética y trófica.**

**Tema 20.- Producción primaria.-** Producción bruta y neta, nueva y regenerada. Procesos subyacentes: fotosíntesis, quimiosíntesis y respiración. Métodos de estimación directos (método de siega, método de Allen) e indirectos (incorporación de C y desprendimiento de O<sub>2</sub>, clorofila a, ATP). Índice Producción/Biomasa: dimensión y significado. Comparación de valores de producción y biomasa en distintos ecosistemas. Factores limitantes.- i) Luz/fotosíntesis: captación de la radiación y eficiencia fotosintética; estrategias de fijación de C (C3, C4, CAM y plantas acuáticas: anhidrasa carbónica). ii) Temperatura y agua. iii) Requerimientos nutritivos: nitrógeno versus fósforo, ecosistemas terrestres y acuáticos.

**Tema 21.- Producción secundaria.-** Concepto. Incorporación del alimento: estrategias micro- y macrofágicas. Ecuación de balance: ingestión, asimilación, egestión, excreción, respiración, crecimiento y reproducción. Métodos de medida. Eficiencias. Estrategias metabólicas y crecimiento.

**Tema 22.- Relaciones tróficas.-** Pirámides de números y biomasa. Agregación en niveles tróficos. Vías detriticas. Longitud de las cadenas tróficas: factores determinantes. Redes tróficas como estructura jerárquica. Conectancia. Bucles y retrocontrol. Eficiencia ecológica. Matrices de ecuaciones de transferencia trófica.

#### **Capítulo VI: Dinámica e interacciones entre poblaciones: enfoque biótico.**

**Tema 23.- Demografía.-** Poblaciones: implicaciones genéticas. Mortalidad y supervivencia. Ciclo de vida. Curvas de supervivencia. Estrategias bionómicas de las especies: el continuo "r" versus "k" estrategia. Tablas de vida: parámetros demográficos. Distribuciones de edad.

**Tema 24.- Modelos de crecimiento de una población.-** Tasa intrínseca de crecimiento, tasa neta de reproducción y tiempo de generación. Poblaciones con solapamiento generacional: crecimiento densodependiente, modelo exponencial; densodependencia, modelo logístico, el parámetro K. Poblaciones sin solapamiento entre generaciones: tasa finita de incremento. Modelos matriciales: matriz de Leslie. Modelos estocásticos.

**Tema 25.- Modelos de interacción de más de una especie.-** Modelo general de interacciones y tipos de interacción. Sistemas depredador-presa.- Ecuaciones de Lotka y Volterra, asunciones y regularidades observables. Modificaciones: capacidad de saturación del depredador, tiempo de búsqueda y manipulación, existencia de refugios. Respuestas del depredador a cambios en la densidad de la presa: respuestas numéricas y funcionales. Herbivorismo. Mecanismos de defensa de las presas, caracteres mecánicos y químicos; influencia sobre el comportamiento del depredador: crípsis, aposematismo, y mimetismo batesiano. Parasitismo.

**Tema 26.- Mutualismo.-** Concepto y ejemplos (polinización y dispersión de semillas). Facilitación. Competencia interespecífica.- Tipos de competencia: de interferencia (alelopatías) y de explotación. Modelo general de interacción competitiva, equilibrios estables e inestables. Coeficientes de competencia. Sistemas multiespecíficos. Consecuencias de la competencia interespecífica: exclusión competitiva, desplazamiento de caracteres. Ejemplos empíricos.

**Tema 27.- Nicho ecológico.-** Ideas intuitivas. El nicho como hipervolumen. El nicho como espectro de utilización de recursos. Amplitud y solapamiento de nichos, índices. Crítica del concepto de nicho. Recapitulación: interacciones ecológicas desde la perspectiva evolutiva.

#### **Capítulo VII: Cambios del ecosistema con el tiempo, y en el espacio.**

**Tema 27.- Metapoblaciones y Biogeografía de islas.-** Marco conceptual. Dinámica metapoblacional. Insularidad: un caso particular de sucesión y evolución. Concepto de isla. Riqueza específica y área. Colonización y sucesión. Inmigración y extinción. Modelo de equilibrio dinámico de McArthur y Wilson.

**Tema 28.- Sucesión ecológica.-** Ejemplos descriptivos. Fases de la sucesión. Discusión crítica del concepto de climax. Facilitación, tolerancia e inhibición. Caracter markoviano de la sucesión. Sucesión y autoorganización; direccionalidad y acumulación de información. Regularidades observables. Reformulación termodinámica: minimización del flujo de energía y estructuras disipativas.

**Tema 29.- Fluctuaciones y ritmos.-** Series temporales: identificación de componentes de oscilación. Autocorrelación. Correlación cruzada. Periodograma. Análisis espectral. Efecto de las fluctuaciones ambientales. Ritmos internos: componentes endógena y exógena, tipos de ritmos, factores externos seleccionados.

**Tema 31.- Estabilidad y complejidad. Respuesta de los ecosistemas a las perturbaciones.-** Definiciones de estabilidad. Control biológico y físico de los ecosistemas: postulados de Sanders. Estabilidad, complejidad y madurez. Conectancia y predictibilidad ambiental. Especies claves. Estabilidad global y local. Efecto de las perturbaciones: régimen de la perturbación (extensión, severidad, intensidad y frecuencia). Perturbaciones y generación de heterogeneidad espacio-temporal, modelos de dinámica de manchas ("patch dynamic"): claros en bosques (modelo del mosaico cambiante) y arbustos aislados en ecosistemas de sabana (modelo de "feedback" biológico y desertificación).

#### **Capítulo VIII: Relaciones Hombre-Biosfera. Ecología Humana.**

**Tema 32.- El hombre en la biosfera.**- Características ecológicas de la especie humana. Control de la información y de la energía. Crecimiento demográfico y explotación de recursos naturales. La unidad de la biosfera. Regresión y conservación.- Caracteres generales de la regresión de los ecosistemas. Eutrofización y Contaminación. Desertificación. Crisis de biodiversidad. Bases teóricas de la conservación biológica.

**Tema 33.- Paisaje y territorio.**- Concepto de paisaje: acepciones estética, ecológico-geográfica y cultural. Percepción del entorno y sistematización del paisaje. Agentes modeladores. Dinámica del paisaje. Humanización del paisaje y usos del territorio. Métodos de estudio. Ordenación del territorio y evaluación de impacto ambiental.

**Tema 34.- Educación ambiental.**- Relaciones entre Ecología y Pedagogía. Papel del ecosistema urbano. Planificación y metodología de la educación ambiental. Programas y recursos para la educación ambiental. Papel de la ecología en la sociedad. Ecología y ecologismo.

#### **PRÁCTICAS:**

##### **1<sup>er</sup> Cuatrimestre:**

- 1 Seminario (3h)
- 1 Excursión de campo "Evaluación de cambios de vegetación en un gradiente altitudinal 1000-1800 m, La Pandera" (6h): diseño de muestreo y recogida de información.
- 4 sesiones de prácticas en Aula de Informática (3h/sesión). Manejo de Hojas de cálculo, y análisis de datos y estadísticas sobre la información recogida en la excursión de campo. 1) Cálculo de Área mínima, tratamiento estadístico básico de los datos, determinación del tipo de distribución. 2) Contraste de hipótesis: Asociación entre especies (tabla de contingencia y test de Palmer. 3) Estructura de comunidades: Medidas de alfa-diversidad, dominancia, modelos de distribución de abundancias. 4) Heterogeneidad espacial y Métodos multivariantes: beta-diversidad, análisis gradienta, técnicas de ordenación y clasificación.

##### **2<sup>o</sup> Cuatrimestre:**

- 4 sesiones de prácticas (3h/sesión): tres prácticas de laboratorio (5: ciclo térmico anual en lagos, 6: Alcalinidad y pH en ecosistemas acuáticos, 7: Análisis de estado de utrofozación. formas de Nitrógeno y fósforo en el medio), y una práctica Aula de Informática (8: Producción en cohortes y modelos de dinámica de poblaciones).

#### **ACTIVIDADES EN QUE SE ORGANIZA**

Clases teóricas y sesiones prácticas de excursiones de campo, sesiones en laboratorio y sesiones en aula de informática, y seminarios de revisión de exámenes de otros cursos.

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- Krebs, C.J. 1986. Ecología. Ed. Pirámide, Madrid. 782 pp.  
Margalef, R. 1974. Ecología. Ed. Omega, Barcelona. 951 pp.  
Rodríguez, J. 1999. Ecología. Ed. Pirámide, Madrid. 411 pp.  
Smith, R.L. y T.M. Smith 2000 (4<sup>o</sup> Ed.) Ecología. Ed. Addison Wesley, 642 pp.  
Stiling, P.D. 1999. Ecology. Theories and applications. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 638 pp.

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Begon, M., J.L. Harper y C.T. Townsend. 1988. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Omega. Barcelona. 876 pp.  
Chapman, J.L. y M.J. Reiss. 1992. Ecology: principles and applications. Cambridge University Press. Cambridge.  
Cole, J., G. Lovett y S. Findely (Eds.) 1991. Comparative analysis of ecosystems: patterns, mechanisms and theories. Springer-Verlag, Berlin. 375 pp.  
Colinvaux, P. 1993. Ecology 2 (2nd ed.) Wiley & Sons, New York. 704 pp.  
Dajoz, R. 1974. Tratado de Ecología. Mundi-Prensa, Madrid.  
Díaz-Pineda, F. 1989. Ecología I. Ambiente físico y organismos vivos. Síntesis, Madrid.  
Dreux, P. 1974. Introducción a la ecología. Alianza, Madrid.

Fenchel, T. 1987. Ecology, potentials and limitaciones. Ecology Institute, Oldendorf/Luhe. 186 pp.

Gilbert, N., A.P. Gutierrez, B.D. Frazer y R.E. Jones. 1981. Relaciones ecológicas. Blume, Barcelona.

Kormondy, E.J. 1985. Conceptos de ecología. Alianza, Madrid.

Krebs, C.J. 1994. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper y Row, New York.

Krohne, D.T. 1998. General Ecology. Wadsworth Publishing Company, Kendallville.

Kumar, H.D. 1995. General Ecology. Vikas Publishing House, India.

Molles, M.C. 1999. Ecology. Concepts and applications. McGraw-Hill, New York. 509 pp.

Odum, E.P. 1985. Fundamentos de Ecología. Ed. Interamericana, México.

Pickett, S.T., J. Kolasa y C.G. Jones. 1994. Ecological understanding. Academic Press, San Diego.

Remmert, H. 1988. Ecología. Autoecología, ecología de poblaciones y estudio de ecosistemas. Blume, Barcelona.

Ricklefs, R.E. 1990. Ecology (3 ed.) Freeman, San Francisco.

Roughgarden, J., R.M. May y S.A. Levins (Eds.) 1989. Perspectives in ecological theory. Princenton University Press, New Jersey. 394 pp.

Smith R.L. 1986. Elements of ecology. Harper & Row, New York.

Smith R.L. 1996. Ecology and Field Biology. Harper & Collins, New York.

Sutton, B. y P. Harmon. 1979. Fundamentos de ecología. Limusa, México.

Turk, A., J. Turk, J.T. Wittes y R.E. Wittes. 1981. Tratado de ecología. Interamericana, México.

Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Ed. Omega, Barcelona. 679 pp.

#### PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

**Teoría:** Examen final escrito en todas las convocatorias oficiales. El examen escrito constará de una parte de preguntas tipo test, otra de preguntas cortas sobre conceptos generales, y otra de preguntas de razonamiento.

**Prácticas:** Examen de prácticas en aula de informática.

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- i) Grado de resolución de las preguntas.
- ii) claridad, brevedad y síntesis en la resolución de las preguntas.
- iii) Grado de aprovechamiento en la parte práctica de la asignatura.

La calificación global se calculará como media ponderada entre la clasificación obtenida en la parte práctica (peso: 25%) y la parte teórica (75%)