

---

PROGRAMA DE CATEDRA: **Modelos en Ecología**

AÑO ACADEMICO: 2021

CARRERA A LA QUE PERTENECE: **Doctorado en Biología**

PLAN DE ESTUDIOS: **Ord. N° 556/86, MODIF. Ord. N° 557/10 (Doctorado en Biología)**

CARGA HORARIA SEMANAL SEGÚN PLAN DE ESTUDIOS: 6

REGIMEN: cuatrimestral

CUATRIMESTRE: primero

EQUIPO DE CATEDRA: Juan Manuel Morales

ASIGNATURAS CORRELATIVAS: Ecología General

---

## 1. FUNDAMENTACION

Se puede argumentar que la investigación científica más fructífera e interesante es la que se desarrolla en la interface de la teoría, los aspectos empíricos (datos) y los modelos. El área de Ecología del CRUB ofrece una serie de materias optativas de la Licenciatura, el Profesorado en Biología, así como del posgrado en Biología tienen en la actualidad un enfoque temático: Ecología General, de Poblaciones, de Comunidades, Ecología Evolutiva, de Paisajes, Limnología, Edafología y Biogeografía. Por otro lado, las materias de matemática y estadística se concentran unas en aspectos abstractos y las otras en pruebas de hipótesis.

Cuando empezamos a conocer suficientemente nuestro sistema de estudio podemos formular descripciones de los procesos ecológicos que nos interesan. Estas descripciones traducidas en modelos y teorías exigen ser puestas a prueba de forma más detallada que con simples correlaciones o pruebas estadísticas que apuntan a rechazar hipótesis de no-efecto. En la materia "Modelos en Ecología" (que podría llamarse Ecología Cuantitativa) los alumnos aprenderán las herramientas fundamentales necesarias para formular y analizar modelos, ajustar parámetros, decidir entre modelos (hipótesis) alternativos y eventualmente generar nuevos modelos y predicciones. Además, la materia enfatiza la manera de conectar formalmente teoría y datos. De esta manera se los capacitará para poder responder preguntas y poner a prueba objetivamente ideas sobre el funcionamiento de la naturaleza.

Incluir una materia de "modelos" en el Área de Ecología del CRUB brinda a los alumnos una visión crítica sobre las formulaciones teóricas. Se espera que los profesionales formados sean capaces de interpretar formulaciones cuantitativas, comunicarse inteligentemente con teóricos, estadísticos, programadores y manejadores de recursos.

## 2. OBJETIVOS

**Formar a los estudiantes en la comprensión, formulación y análisis de modelos ecológicos. Enfatizar la importancia de enfoques cuantitativos y dinámicos tanto para estudios básicos como para informar a la toma de decisiones y resolución de problemas en la conservación y manejo de los recursos naturales.**

### 3. CONTENIDOS

#### Programa Analítico

1 - **Cómo aprender con modelos.** Modelos en contextos ecológicos. ¿De dónde vienen los modelos? Generación de modelos para sistemas ecológicos. Formulación de modelos a partir de preguntas, hipótesis o conceptos. Enfoques estratégicos y tácticos. Ejemplos de modelos clásicos.

2 - **Construcción de Modelos.** Definición de la pregunta, “ingredientes”. Descripciones cualitativas y cuantitativas. Formulaciones matemáticas. ¿Tiempo continuo o discreto? ¿Espacio continuo o discreto? Cómo leer ecuaciones. Chequeo de unidades. Modelos de simulación. Ejemplos de movimiento de animales, dispersión de semillas y propagación de fuegos.

3 - **Analizando Modelos.** Análisis de estabilidad, equilibrio y sensibilidad. Gráficos de variables en función del tiempo. Gráficos de variables en función de otras variables y de sí mismas. Diagramas de fase. Ciclos. Caos.

4 - **Conectando teoría con datos (fundamentos).** Determinismo y aleatoriedad. Complejidad y Oscuridad en la naturaleza y en los modelos. La importancia de la variabilidad y tipos de variabilidad. Reglas básicas de probabilidades. Probabilidades condicionales. Distribuciones empíricas, distribuciones continuas y discretas.

5 - **Conectando teoría con datos (métodos).** Máxima verosimilitud. Probabilidad de obtener datos en función de valores de parámetros. Incertidumbre acerca de los parámetros: Error estándar, intervalos de confianza. Perfiles de máxima verosimilitud. Bayes. Probabilidad de parámetros condicionando en datos y probabilidades previas. Modelado orientado a patrones. Computación Bayesiana Aproximada.

6 - **Optimización.** Métodos basados en derivadas (Newton-Raphson, Quasi-Newton), métodos no basados en derivadas (Nelder-Mead Simplex). Optimización estocástica global, recocido simulado y sus variantes. Cadenas Markovianas y Monte Carlo (MCMC), Metropolis Hastings. Gibbs sampler.

7 - **Fuentes de variabilidad.** Modelos jerárquicos, Modelos Espacio-Estado. Variabilidad de proceso y variabilidad de medición. Problemas de identificación de modelos. Ejemplos aplicados al movimiento de animales.

8 - **Utilidad de modelos y comparación de modelos alternativos.** Validación y soporte de modelos. Pruebas de hipótesis. Likelihood ratio test. Criterios de Información. Factores de Bayes. Contraste de predicciones de probabilidades posteriores. Validación cruzada.

### 5. BIBLIOGRAFIA

Bolker, B. 2008. Ecological Models and Data in R. Princeton University Press.

Clark, J. S. 2007. Models for Ecological Data: An Introduction. Princeton University Press

Gelman, A. and J. Hill. 2006. Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models. Cambridge University Press

Matthiopoulos, J. 2011. How to be a quantitative ecologist: The 'A to R' of green Mathematics and Statistics.

McElreath R. 2015. Statistical Rethinking.

Otto, S. P. y Day, T. 2007. A Biologist Guide to Mathematical Modeling in Ecology and Evolution.

Royle, J.A. and R.M. Dorazio. 2008. Hierarchical Modelling and Inference in Ecology: the Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities. Academic Press.

## 6. PROPUESTA METODOLOGICA

La materia es de carácter teórico-práctica y de duración cuatrimestral (16 semanas). Las clases teóricas sirven para que los alumnos estén familiarizados y comprendan los conceptos listados en el programa.

Las prácticas se basan en ejercicios, muchas veces apoyados en el uso de computadoras y haciendo uso de software libre y gratuito (R). Todos los ejercicios están puestos en el contexto de alguna pregunta ecológica concreta, en lo posible dentro del ámbito de los sistemas y problemáticas locales.

Los estudiantes deberán desarrollar a lo largo de la cursada un "estudio de caso" de su elección. Presentarán un trabajo final con formato de artículo científico en el que se parte de una pregunta, se desarrolla un modelo a partir de esa pregunta y haciendo uso de algunas de las técnicas aprendidas durante las clases se realizan análisis de dicho modelo para obtener respuestas a la pregunta. Los resultados del análisis deben ser interpretados y puestos en el contexto de la pregunta original y servir para discutir posibles investigaciones futuras.

## 7. EVALUACIÓN Y CONDICIONES DE ACREDITACION:

**ALUMNOS REGULARES:** Para la acreditación de la cursada se debe asistir al 70% de las clases y se debe aprobar dos parciales y un coloquio final con un puntaje mínimo de 4 (cuatro). Debe rendir examen final. El alumno dispone de los espacios para realizar consultas: clase de consulta y horarios donde los docentes estarán disponibles.

**ALUMNOS PROMOCIONALES:** Para lograr la promoción el alumno debe asistir al 80% de las clases y se debe aprobar dos parciales y un coloquio final con un puntaje mínimo de 8 (ocho) puntos. El alumno dispone de los espacios para realizar consultas: clase de consulta y horarios donde los docentes estarán disponibles.

**ALUMNOS LIBRES:** se considera a aquel alumno que no ha cursado a la asignatura o que no posee la acreditación de la cursada (ver alumno regular). Estos alumnos podrán ser examinados mediante un examen escrito primero y si lo aprueba con un puntaje mínimo de 6 puntos podrá pasar a la instancia de examen oral.

### 8. DISTRIBUCIÓN HORARIA

Se propone una carga horaria de dos sesiones semanales, una de 3 horas (mayormente clases teóricas) y una de 3 horas (mayormente trabajos prácticos). más 4 de lecturas específicas durante 16 semanas.

### 9. CRONOGRAMA TENTATIVO

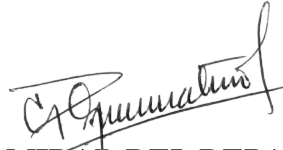
Primera semana: módulo 1. Semanas 2 a 4: módulo 2. Semanas 5 y 6: módulo 3. Semana 7 y 8: módulo 4. Semana 9 y 10: módulo 5. Semana 11: módulo 6. Semana 12 y 13: módulo 7. Semana 14 y 15: módulo 8. Semana 16: presentación de trabajos finales.

### 10. ACTIVIDADES PARA ALUMNOS DE POSTGRADO

Los alumnos de postgrado deberán desarrollar a lo largo de la cursada un "estudio de caso" de su elección. Presentarán un **trabajo final** con formato de artículo científico en el que se parte de una pregunta, se desarrolla un modelo a partir de esa pregunta y haciendo uso de algunas de las técnicas aprendidas durante las clases se realizan análisis de dicho modelo para obtener respuestas a la pregunta. Los resultados del análisis deben ser interpretados y puestos en el contexto de la pregunta original y servir para discutir posibles investigaciones futuras.



**PROFESOR**



**CONFORMIDAD DEL DEPARTAMENTO**