

INTRODUCCIÓN A LOS MODELOS MATEMÁTICOS EN BIOLOGÍA

Objetivo:
Proporcionar al estudiante herramientas de expresión y análisis matemático y su aplicación a fenómenos de las ciencias biológicas

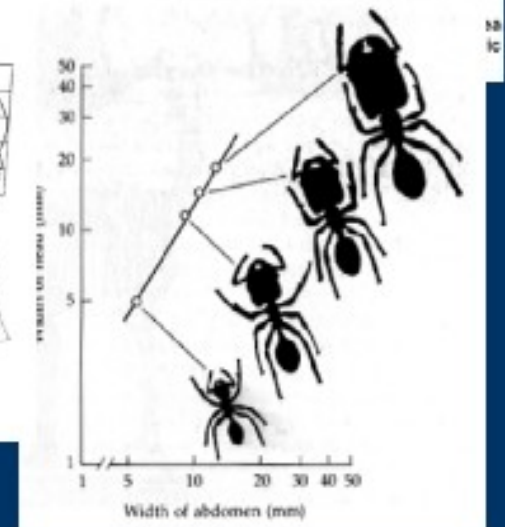
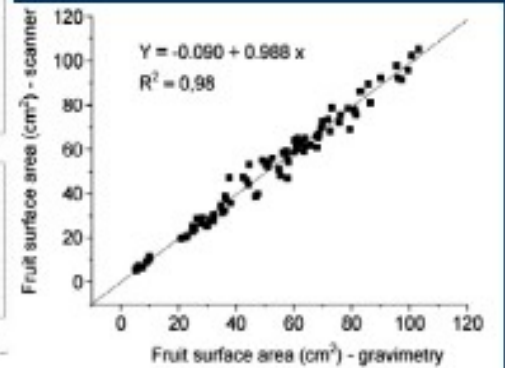
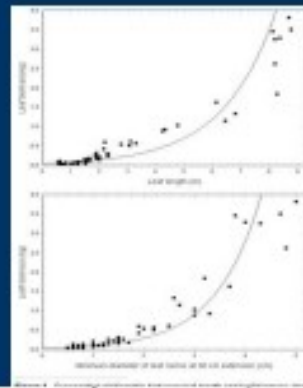
Requisitos: Matemáticas I, II y III
Lap top para prácticas.

Lugar: Edificio R
Horarios:
Martes 10:00 – 14:00

Créditos 8

Cupo máximo 20 estudiantes.

Profesor:
Dr. Alberto Gómez-Tagle (Jr.) Chávez
Tel: 3.27.23.50 (ext 109)
INIRENA



Curriculum Vitae

NOMBRE: Alberto Gómez-Tagle Chávez

FORMACIÓN ACADÉMICA:

- Licenciatura en Biología, FES Iztacala UNAM (1991-1996).
- Especialidad en Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota, CIDEM- Instituto de Geografía UNAM (2000-2001)
- Maestría en Conservación y Manejo de Recursos Naturales, UMSNH (2001-2004).
- Doctorado en Ciencias Biológicas, UMSNH (2004-2008).
- Postdoctorado en Hidrofísica de suelos y servicios ambientales, Departamento de Ecología Aplicada, INECOL, A.C. (2008-2009).
"Cartografía de infiltración y servicios ambientales hidrológicos"

DISTINCIONES:

Sistema Nacional de Investigadores: Candidato a Investigador Nacional.

PROMEP: Perfil deseable PTC.

PUBLICACIONES:

- 11 artículos en revistas científicas arbitradas especializadas.
- 3 Artículos de divulgación.
- 2 Libros en coautoría.
- 5 Capítulos de libros.

DESARROLLO TECNOLÓGICO Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Prototipos de investigación: 7, (Infiltrómetro de anillo sencillo IPCCAS, Infiltrómetro de tensión DIPER, Permeámetro de profundidad tipo amoozmetro, infiltrómetro de tensión de anillo

sencillo, unidades de automatización para infiltrómetros y permeámetros de campo).

Generación de software: Programas InsolDía e InsolMes para cálculo de la insolación potencial en ambiente SIG (Visual-basic, GUI para SIG Idrisi); programa SolRadSIG para cálculo de radiación solar potencial directa en ambiente SIG (Visual-basic, GUI para SIG Idrisi); programa SolRadPt para cálculo de la radiación solar incidente en superficies simples (GUI Visual-basic).

Sistema y plataforma para adquisición de fotografías aéreas digitales de pequeño formato y planeación de vuelos aerofotográficos de baja altitud.

AREAS DE TRABAJO Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Hidrofísica de suelos, hidropedología y servicios ambientales hidrológicos.
- Aplicación de Sistemas de Información Geográfica y percepción remota.
- Instrumentación electrónica en ecohidrología y medio ambiente, diseño de equipo para investigación y docencia.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE BIOLOGÍA**

NOMBRE DEL CURSO: Introducción a los Modelos Matemáticos en Biología

GRADO EN QUE SE CURSA: A partir de 3er semestre

CARGA HORARIA: 4 HORAS SEMANALES DE TEORÍA

CRÉDITOS: 8

ÁREA ACADÉMICA: ECOLOGIA

FECHA DE ELABORACIÓN: junio de 2010

FECHA DE REVISIÓN: julio 2011

PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN: Dr. Philippe Lobit, Dr. Alberto Gómez-Tagle Chávez

PARTICIPANTES EN LA REVISIÓN: Dr. Philippe Lobit, Dr. Alberto Gómez-Tagle Chávez

PARTICIPANTES EN EL DESARROLLO: Dr. Alberto Gómez-Tagle Chávez

PERFIL PROFESIONAL DEL PROFESOR: Doctor en Ciencias Biológicas, Doctor en Ciencias Agropecuarias, Doctor en Ecología

I. INTRODUCCIÓN

El curso está dirigido a estudiantes de pregrado. El estudiante aprenderá principios y conceptos de análisis matemático, la formulación, aplicación y evaluación de modelos mecánicos y empíricos a procesos y fenómenos biológicos



Sir Isaac Newton escribió - "El libro de la naturaleza está escrito en lenguaje matemático"- . Sin embargo, en la actualidad la formación biológica a nivel nacional carece de bases sólidas que permitan a los egresados un manejo eficiente de este tipo de herramientas. Esto implica una desventaja competitiva en el mercado laboral y un problema serio en la capacidad de análisis y síntesis en forma clara y objetiva. Mas aún puede ir mas allá y significar la aceptación o rechazo en diversos programas de postgrado.

Los modelos matemáticos pueden ser herramientas para concentrar y representar información (por ejemplo cuando una ecuación permite representar en pocos parámetros un comportamiento o apariencia complicado), una herramienta de predicción (por ejemplo en el caso de modelos estadísticos), o una herramienta de análisis, cuando sirve para analizar los diferentes componentes de un sistema cuya complejidad lo hace imposible de analizar de manera intuitiva.

En los últimos años, el modelado matemático ha adquirido relevancia en la biología, debido en parte al crecimiento de las herramientas de computación, y por otro lado al progreso en los conocimientos básicos: una vez conocidos los diferentes mecanismos que interactúan en un sistema, surge la necesidad de estudiar sus interacciones.

En el presente curso se abordarán tanto las bases conceptuales y teóricas de la abstracción matemática en biología pero se enfatizará en su aplicación al análisis de

problemas biológicos, desde biología molecular hasta ecología de poblaciones e interacciones entre organismos y ambiente. Además se realizará una introducción práctica al lenguaje de programación informático de código abierto R para el planteamiento y resolución de problemas específicos.

Los alumnos realizarán un proyecto semestral que incluye el planteamiento conceptual de un problema, su aproximación y abstracción matemática, dos salidas a campo para realizar mediciones y cuantificación de variables biológicas y físicas, el análisis de datos y generación de modelos explicativos del fenómeno estudiado, interpretación de resultados y presentación de los mismos en formato de exposición oral y ensayo escrito.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

Proporcionar los conceptos y herramientas analíticas básicas para llevar a cabo la abstracción matemática y el modelado de fenómenos y procesos biológicos.

Objetivos específicos

- Que el estudiante conozca y entienda las técnicas matemáticas más comunes utilizadas en la representación de fenómenos biológicos y que sea capaz de proponer representaciones matemáticas simples de ciertos problemas.
- Que el estudiante tenga las nociones matemáticas necesarias para el modelado matemático en biología.
- Familiarizar al estudiante con las funciones más utilizadas en la explicación y modelado de procesos biológicos y entender sus aplicaciones.

III. CONTENIDO PROGRAMÁTICO

- 1 Introducción: Uso y alcance de los modelos matemáticos en biología....”The sky is the limit “ .
 - 1.1 Abstracción, realidad y lenguaje matemático .
 - 1.2 El modelo matemático como expresión de un modelo conceptual.
 - 1.3 Algunos ejemplos de resultados basados en modelos matemáticos.
- 2 Nociones matemáticas de base:
 - 2.1 Reglas de cálculo integral y diferencial
 - 2.2 Álgebra de matrices y determinantes.
 - 2.3 Logaritmos
 - 2.4 Plano cartesiano y espacio euclideo.
 - 2.5 Representación de relaciones.
- 3 Funciones
 - 3.1 Función lineal
 - 3.1.1 Definición
 - 3.1.2 Graficación
 - 3.1.3 Obtención de parámetros
 - 3.1.4 Teorema de pitágoras y optimización mediante mínimos cuadrados.
- 4 Sistemas de ecuaciones simultáneas lineales
 - 4.1 Análisis empleando determinantes.
 - 4.2 Coeficiente de correlación
 - 4.3 Coeficiente de determinación
 - 4.4 Ejemplos en biología (alometría irrestricta de organismo)
- 5 Sistemas de funciones lineales
 - 5.1 Función lineal de dos variables

- 5.2 Función lineal de tres variables
- 5.3 Funciones lineales multivariadas
- 5.4 Evaluación y desempeño de ecuaciones (que tan bien funcionan los modelos).
- 6 Introducción al lenguaje de programación de open source R.
 - 6.1 Instalación del paquete
 - 6.2 Objetos en R
 - 6.3 Modelos lineales
 - 6.4 Programación secuencial y estructuración de algoritmos.
- 7 Función cuadrática
 - 7.1 Definición
 - 7.2 Obtención de parámetros
 - 7.3 Aplicaciones en biología y ajuste de datos experimentales.
- 8 Funciones especiales
 - 8.1 Reglas de logaritmos y linearización de funciones no lineales.
- 9 Hipérbola rectangular
 - 9.1 Definición
 - 9.2 Linearización
 - 9.3 Optimización y desempeño
 - 9.4 Aplicaciones en biología (cinética enzimática).
- 10 Función de Hill
 - 10.1 Definición
 - 10.2 Linearización
 - 10.3 Optimización y desempeño
 - 10.4 Aplicaciones en biología (transporte y saturación de hemoglobina/mioglobina; cinética enzimática).
- 11 Función de cinética sigmoideal

- 11.1 Definición
- 11.2 Linearización
- 11.3 Optimización y desempeño
- 11.4 Aplicaciones en biología (cinética enzimática).
- 12 Función exponencial
 - 12.1 Definición
 - 12.2 Linearización
 - 12.3 Optimización y desempeño
 - 12.4 Aplicaciones en biología (crecimiento poblacional irrestricto, inmunología).
- 13 Funciones asintóticas tipo Mitscherlich
 - 13.1 Definición
 - 13.2 Linearización
 - 13.3 Optimización y desempeño
 - 13.4 Aplicaciones en biología (productividad de ecosistemas, biofísica).
- 14 Función de Von Bertalanffy
 - 14.1 Definición
 - 14.2 Linearización
 - 14.3 Optimización y desempeño
 - 14.4 Aplicaciones en biología (crecimiento poblacional restringido, restauración de ecosistemas).
 - 14.5
- 15 Función sigmoide de Robertson o logística
 - 15.1 Definición
 - 15.2 Linearización
 - 15.3 Optimización y desempeño
 - 15.4 Aplicaciones en biología (crecimiento poblacional restringido)
- 16 Función componente
 - 16.1 Definición

- 16.2 Linearización
- 16.3 Optimización y desempeño
- 16.4 Aplicaciones en biología (decrecimiento poblacional, extinción de especies).
- 17 Funciones trigonométricas
 - 17.1 Funciones periódicas
 - 17.2 Seno, senoide
 - 17.3 Coseno, cosenoide
 - 17.4 Funciones trigonométricas simples
 - 17.5 Función de Fourier
 - 17.6 Linearización de senoides y cosenoides.
 - 17.7 Optimización y desempeño
 - 17.8 Aplicaciones en biología (fluctuación poblacional, migración de especies)
- 18 Presentación y exposición de trabajo semestral.

IV. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las prácticas de laboratorio se desarrollarán en el laboratorio de cómputo de la facultad de biología dentro de los horarios asignados y disponibles. Se realizarán ejercicios prácticos de programación y análisis de las funciones matemáticas estudiadas en la exposición teórica. Las prácticas se realizarán empleando el ambiente R.

V. METODOLOGÍA Y DESARROLLO GENERAL DEL CURSO

El curso se realizará con una participación dinámica tanto del alumno como del profesor, con técnicas que incluyen:

- ✓ Exposiciones orales
- ✓ Uso de audiovisuales
- ✓ Sesiones de discusión de temas
- ✓ Seminarios (artículos científicos)

- ✓ Prácticas de laboratorio
- ✓ Prácticas de campo

Trabajo de laboratorio: Se realizará una práctica semanal de dos horas en el laboratorio de cómputo a partir de la 6ª semana del curso y hasta finalizarlo.

Trabajo de campo: Dos salidas de entrenamiento práctico y toma de datos para realizar ejercicios de cálculo.

VI. SISTEMA GENERAL DE EVALUACIÓN

La evaluación estará integrada por dos aspectos: evaluación de la parte teórica y la parte práctica. Para poder tener derecho a la evaluación de ambas partes se requiere el 80% de asistencia mínimo. Para obtener la calificación final se promediará la parte teórica y práctica sin embargo, es requisito tener una calificación aprobatoria en ambas.

EVALUACIÓN DE LA PARTE TEÓRICA

• Dos Exámenes Parciales	80%
• Participaciones diarias	10 %
• Seminarios y discusión de artículos	10 %
TOTAL	100 %

EVALUACIÓN DE LA PARTE PRÁCTICA:

Prácticas de laboratorio	30 %
Salidas de campo	20 %
Desarrollo de habilidades (Proyecto)	50%
TOTAL	100 %

Calificación final = [Calificación teórica + Calificación Práctica]/2

VII. SALIDAS AL CAMPO

Como se mencionó previamente, el trabajo de campo constará de dos salidas.

En estas salidas con duración de un día (sábados) cada una abordarán temas prácticos y se realizará entrenamiento en la cuantificación variables biofísicas y alométricas. Estas salidas serán dentro de la cuenca de Cuitzeo.

Práctica 1 y 2 Dasometría y alometría de vegetación.

Empleando los datos obtenidos durante las salidas de campo, el estudiante realizará un análisis de datos y formulará un modelo matemático que le permita relacionar los concimientos teóricos con las herramientas prácticas adquiridas en el curso.

El proyecto experimental será seleccionado por el estudiante y convenido con el profesor. Se presentará un informe por escrito y el trabajo deberá ser presentado oralmente ante el grupo del curso al final de éste y deberá incluir los siguientes aspectos:

- Planteamiento del problema.
- Diseño analítico y relación de variables.
- Resolución del problema y estructuración del algoritmo.
- Código fuente y funcionamiento del algoritmo.

NOTA: Todas las salidas son obligatorias.

VIII. CORRELACIÓN CON OTRAS MATERIAS:

Esta materia no necesita haber cursado otras materias (aparte

de matemáticas I y II) si embargo proveé de elementos teóricos y prácticos potencialmente útiles en todas las demás materias en la carrera de biología.

IX. PROPUESTA DE CALENDARIO DE ACTIVIDADES

SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3
1.1 Abstracción, realidad y lenguaje matemático. 1.2 El modelo matemático como expresión de un modelo conceptual . 1.3 Algunos ejemplos de resultados basados en modelos matemáticos.	2.1 Reglas de cálculo integral y diferencial 2.2 Álgebra de matrices y determinantes. 2.3 Logaritmos 2.4 Plano cartesiano y espacio euclideo. 2.5 Representación de relaciones.	3.1 Función lineal 3.1.1 Definición 3.1.2 Graficación 3.1.3 Obtención de parámetros 3.1.4 Teorema de pitágoras y optimización mediante mínimos cuadrados.
SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
4 Sistemas de ecuaciones simultáneas lineales 4.1 Análisis empleando determinantes. 4.2 Coeficiente de correlación 4.3 Coeficiente de determinación 4.4 Ejemplos en biología (alometría irrestricta de organismo)	5 Sistemas de funciones lineales 5.1 Función lineal de dos variables 5.2 Función lineal de tres variables 5.3 Funciones lineales multivariadas 5.4 Evaluación y desempeño de ecuaciones (que tan bien funcionan los modelos)	6 Introducción al lenguaje de programación de open source R 6.1 Instalación del paquete 6.2 Objetos en R 6.3 Modelos lineales 6.4 Programación secuencial y estructuración de algoritmos. PRIMER EXAMEN
SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9
7 Función cuadrática 7.1 Definición 7.2 Obtención de parámetros 7.3 Aplicaciones en biología y ajuste de datos experimentales. Práctica: Resolución y programación en R.	8 Funciones especiales 8.1 Reglas de logaritmos y linearización de funciones no lineales. 9 Hipérbola rectangular 9.1 Definición 9.2 Linearización 9.3 Optimización y desempeño 9.4 Aplicaciones en biología (cinética enzimática). Práctica: Resolución y programación en R.	10 Función de Hill 10.1 Definición 10.2 Linearización 10.3 Optimización y desempeño 10.4 Aplicaciones en biología (transporte y saturación de hemoglobina/mioglobina; cinética enzimática). Práctica: Resolución y programación en R.
SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
11 Función de cinética sigmoidal 11.1 Definición 11.2 Linearización	12 Función exponencial 12.1 Definición 12.2 Linearización 12.3 Optimización y	13 Funciones asintóticas tipo Mitscherlich 13.1 Definición 13.2 Linearización

11.3 Optimización y desempeño 11.4 Aplicaciones en biología Práctica: Resolución y programación en R.	desempeño 12.4 Aplicaciones en biología Práctica: Resolución y programación en R.	13.3 Optimización y desempeño 13.4 Aplicaciones en biología. Práctica: Resolución y programación en R.
SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15
14 Función de Von Bertalanssy 14.1 Definición 14.2 Linearización 14.3 Optimización y desempeño 14.4 Aplicaciones en biología. Práctica: Resolución y programación en R.	15 Función sigmoideal de Robertson o logística 15.1 Definición 15.2 Linearización 15.3 Optimización y desempeño 15.4 Aplicaciones en biología. Práctica: Resolución y programación en R.	16 Función componente 16.1 Definición 16.2 Linearización 16.3 Optimización y desempeño 16.4 Aplicaciones en biología. Práctica: Resolución y programación en R. SEGUNDO EXÁMEN
SEMANA 16	SEMANA 17	
17 Funciones trigonométricas 17.1 Funciones periódicas 17.2 Seno, senoide 17.3 Coseno, cosenoide 17.4 Funciones trigonométricas simples Práctica: Resolución y programación en R.	17.5 Función de Fourier 17.6 Linearización de senoides y cosenoides. 17.7 Optimización y desempeño 17.8 Aplicaciones en biología (fluctuación poblacional, migración de especies). Práctica: Resolución y programación en R.	

X. BIBLIOGRAFÍA

- Castillo-Chavez, C. (ed.) 1989. Mathematical and Statistical Approaches to AIDS Epidemiology. Lect. Notes Biomath. 83, Springer-Verlag, Berlin.
- Carlyle-Moses, D. E. 2004. «Throughfall, stemflow, and canopy interception loss fluxes in a semi-arid Sierra Madre Oriental matorral community». Journal of Arid Environments 58 (2) (julio): 181-202. doi:16/S0140-1963(03)00125-3.
- Clark, C.W. 1985. Bioeconomic Modelling and Fisheries Management. Wiley, New York.
- Cooke, K. and J.A. Yorke. 1973. Some equations modeling growth processes and gonorrhoea epidemics. Math. Biosci. 16:75-101.
- Crawley, M.J. 2007. The R Book. John Wiley & Sons. Chichester.
- Dalgaard, P. 2002. Introductory Statistics with R. Springer, New York.
- Friedman, A. 2010. What is mathematical biology and How useful is it?. Notice of the AMS, 55(7): 851-857.
- Gates, D. 1965. Energy, plants and ecology. Ecology 46:1-13.
- Hallam, T.G. and S.A. Levin (eds.) 1986. Mathematical Ecology: An Introduction. Biomathematics 17. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

- Knowles, M. and D. Siegmund. 1990. Confidence regions in semilinear regression. Stanford Univ. Dep. Statist. Tech. Rep No. 340. Stanford, CA.
- McKendrick, A.G. 1926. Application of mathematics to medical problems. Proc. Edinburgh Math. Soc. 44:98-130.
- Návar, José, Darryl E. Carlyle-Moses, y Alfonso Martínez M. 1999. «Interception loss from the Tamaulipan matorral thornscrub of north-eastern Mexico: an application of the Gash analytical interception loss model». Journal of Arid Environments 41 (1) (enero): 1-10. doi:06/jare.1998.0460.
- Okubo, A. 1980. Diffusion and Ecological Problems: Mathematical Models. Springer Verlag, New York.
- Parnas, H., I. Parnas, and L.A. Segel. 1991. On the contribution of mathematical models to the understanding of neurotransmitter release. Int. Rev. Neurobiol. 32:1-50.
- Shepp, L.A. and B.F. Logan. 1974. The Fourier reconstruction of a head section. IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-21:21-43.
- Venables, W.N. and D.M. Smith. 2009. An Introduction to R. Notes on R: A programming Environment for Data Analysis and Graphics.