

	<b>Contenidos Programáticos</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.01
		<b>Página</b>	1 de 9

FACULTAD: CIENCIAS BÁSICAS

PROGRAMA: MAESTRÍA EN BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE: BIOLOGÍA-QUÍMICA

CURSO:  CÓDIGO:

AREA:

CREDITOS:  TIPO DE CURSO:

### JUSTIFICACIÓN

El modelamiento matemático en ciencias básicas es un área que cada día toma más fuerza gracias al avance tecnológico que ha experimentado la computación. El desarrollo y uso de modelos matemáticos se ha convertido en una herramienta fundamental en esta área tanto en investigación básica como aplicada, ya que permite estimar el efecto o los cambios en las respuestas de diversas situaciones cuando son modificados los factores que la afectan, sin la necesidad de recurrir a nuevas experimentaciones; lo anterior se traduce en un ahorro importante de tiempo, recursos económicos y humanos. Sin embargo, para lograr esto, los modelos matemáticos deben ser validados en situaciones reales y a partir de dicha validación determinar si efectivamente es posible el uso de estos modelos para estimar el efecto esperado cuando se modifican las condiciones.

### OBJETIVO GENERAL

El curso tiene como objetivo principal introducir al estudiante en los conceptos generales del modelamiento matemático en ciencias biológicas, y sus aplicaciones en diversos campos de interés: microbiano, agroindustrial, biomédico, biotecnológico v ambiental.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Entender las herramientas más utilizadas para desarrollar un modelo matemático.
- Estar capacitados para aplicar los modelos y las bases de datos para predecir el crecimiento, supervivencia y muerte microbiana bajo diversas condiciones ambientales.
- Conocer los factores que influyen las limitaciones, aplicaciones e interpretación de los modelos matemáticos en ciencias biológicas.
- Entender las estrategias existentes para validar los modelos en varios ambientes.
- Conocer y entender los modelos predictivos más utilizados en modelamiento microbiano.



## Contenidos Programáticos

Código

FGA-23 v.01

Página

2 de 9

### Básicas

1. Potenciar el uso de herramientas informáticas en la solución de problemas microbianos reales.
2. Facilitar un eficaz manejo de las Tecnologías de la Información TICs.
3. Disposición para el aprendizaje continuo y apertura y flexibilidad ante los cambios.
4. Capacidad para reconocer los significados de vocabulario, palabras técnicas, científicas y específicas utilizadas en Modelamiento Microbiano.
5. Potenciar el análisis e interpretación de datos y la escritura científica a través de las observaciones y resultados de ejemplos reales.

### Genéricas o Transferibles

1. Desarrollar en el estudiante la capacidad de liderazgo, trabajo autónomo y en equipo así como la capacidad de trabajar bajo presión y desarrollo de trabajo multitarea y multinivel.
2. Adaptación a situaciones nuevas y capacidad para decidir con rapidez, creatividad y madurez.
3. Compromiso con la calidad total y el medio ambiente.
4. Interpretar textos específicos en segunda lengua (inglesa)

### Específicas

1. Desarrollar algunos modelos primarios para el ajuste de datos en el tiempo, bajo diversos entornos.
  2. Desarrollar algunos modelos secundarios para evaluar el efecto de diversos factores sobre la respuesta en diversas situaciones aplicadas a ciencias biológicas.
  3. Aplicar modelos de predicción terciarios a casos reales (manejo de los programas DMFit y MicroFit; ComBase DataBase; Statgraphics).
  4. Visionar la importancia y aplicación del modelamiento matemático en diversos campos: para la industria agroalimentaria, química, biotecnología, biomédica, farmacéutica, desarrollo y control de crecimiento microbiano y producción de metabolitos por fermentaciones, etc.
- 
1. Nivel de competencia en la comprensión de textos.
    - a. Realización de lecturas: Contextualización y Socialización (razonamiento lógico).
    - b. Realización de trabajos en grupos siendo productivos.
  2. Explicación del uso y posicionamiento crítico, argumentativo, de cuestionamiento.
    - a. Establecer relaciones entre lo que un texto le dice al lector y lo que él ya sabe (pre-saberes). Entre el contenido de un texto y el de otros textos (lectura intertextual).
    - b. Capacidad para analizar las respuestas a las influencias de la temperatura, pH, actividad o contenido de agua de los alimentos y potencial de oxidoreducción sobre el crecimiento y muerte de los microorganismos.
  3. Proponer nuevas situaciones experimentales en los contextos teóricos, al igual que sacar conclusiones de un experimento con juicio de valor con argumentación o síntesis.  
Conjeturar, deducir y predecir explicaciones.

	<b>Contenidos Programáticos</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.01
		<b>Página</b>	3 de 9

#### UNIDAD 1. Generalidades del Modelamiento Matemático

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Introducción	1,5	
Definiciones y Conceptos Básicos	1,5	
Desarrollo histórico del modelamiento en ciencias biológicas.	1,5	
Elementos de un modelo matemático: Parámetros, variables y relaciones funcionales.	1,5	

#### UNIDAD 2. Clasificación de modelos matemáticos

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Modelos Empíricos vs Mecanísticos (Heurísticos)	1	
Modelos Determinísticos (Cinéticos) vs Probabilísticos (Estocásticos)	1	
Modelos Deductivos vs Inductivos.	1	
Modelos Descriptivos vs Optimización	1	
Modelos Dinámicos vs Estáticos	1	
Modelos Primarios, Secundarios y Terciarios.	1	
Otros tipos de modelos: Cuantitativos vs Cualitativos; Estándares vs Específicos; Lineales vs No Lineales.		

#### UNIDAD 3. Desarrollo y validación de modelos matemáticos

Fases del modelamiento: planeación, toma de datos, ajuste de datos, formulación matemática del modelo, validación del modelo, simulación y mantenimiento del modelo.	3	
Validación y comparación de modelos predictivos: análisis de residuos, índices de ajuste (grado de regresión y correlación), desviaciones de los modelos, índices de Roos (factor de sesgo y exactitud de un modelo, raíz del error del cuadrado medio).	6	

#### UNIDAD 4. Operaciones con modelos matemáticos

	<b>Contenidos Programáticos</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.01
		<b>Página</b>	4 de 9

Ecuaciones diferenciales de variables separadas: Ley de Malthus	1	
Estabilidad de un modelo matemático de crecimiento microbiano	1	
Modelamiento con función lineal	1	
Modelamiento con funciones exponenciales y logarítmicas	1,5	
Transformaciones de funciones como alternativa de modelamiento	1,5	

**UNIDAD 5. Modelamiento Microbiano (Crecimiento y Muerte bacteriana como ejemplo)**

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
El estado fisiológico: definición y determinación del mismo.	1	2
Curva de crecimiento y muerte bacteriana – Modelo de Monod. Determinación de parámetros cinéticos: duración de la fase de latencia y exponencial; Velocidad relativa y Velocidad específica de crecimiento y muerte; estimación de la población inicial y final.	2	6
Factores que afectan el crecimiento y muerte microbiana: factores extrínsecos, intrínsecos, implícitos y tecnológicos o de operación.	3	

**UNIDAD 6. Modelos Primarios y Secundarios.**

Modelos primarios de mayor uso (estimación y cálculos de parámetros cinéticos): Modelo modificado de Gompertz; Modelo Logístico; Modelo de Baranyi, modelo del valor D.	3	12
Modelos secundarios de mayor uso (estimación y cálculos de parámetros cinéticos): Modelos dependientes de temperatura (Modelo de Arrhenius, Modelo de Ratkowsky, Modelo del valor Z). Modelos dependientes de pH, $a_w$ .	3	12

**UNIDAD 7. Modelos Terciarios (Interfase de modelos – programas informáticos).**

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE.
Manejo de la base de datos ComBase: ComBase predictor, Perfringens predictor, DMFit.	1,5	

	<b>Contenidos Programáticos</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.01
		<b>Página</b>	5 de 9

Conocimiento y manejo del programa MicroFit v 4.0.	1,5	
Uso de programas estadísticos para el modelamiento matemático: Statgraphics.	3	

#### UNIDAD 8. Bases del modelamiento fúngico (Micología Predictiva)

TEMA	HORAS DE CONTACTO DIRECTO	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE DEL ESTUDIANTE
Cinética de crecimiento fúngico y medición del crecimiento	1	2
Modelización del crecimiento y construcción de curvas de crecimiento con el modelo apropiado	1	4
Estimación de diversos parámetros cinéticos con modelos sigmoidales: Modelo de Baranyi, Modelo de Gompertz Modelo Logístico.	1	6

#### METODOLOGIA

Cátedra magistral con aplicaciones prácticas empleando el ordenador como herramienta de apoyo, revisión y socialización de documentos sobre Modelamiento Microbiano, talleres de aplicación de diferentes herramientas y programas informáticos para el desarrollo de modelos matemáticos, validación interna y externa de modelos y estimación de respuestas con modelos validados, conocimiento y manejo de Excel y otras hojas de cálculo, manejo de software especializado para el modelamiento matemático aplicado en microbiología (Statgraphics, Pathogen Modeling Program, MicroFit, Prisma, ComBase, DMFit, etc.), estudio de casos prácticos; uso de Internet como herramienta para el conocimiento de diferentes metodologías paralelas para el modelamiento matemático (por ejemplo el Método Monte Carlo, etc.) y otra información de actualidad que ofrezca la red. Publicaciones actualizadas (libros y revistas), conteniendo información de actualidad que no se cubre en el plan del curso.

#### SISTEMA DE EVALUACION

La evaluación del curso contempla una evaluación cuantitativa y cualitativa. En el primer caso se evaluará el logro de los objetivos por medio de diferentes métodos: trabajos en grupo, talleres de aplicación, exámenes, y elaboración, presentación y sustentación de un trabajo de modelamiento a partir de resultados reales. Para la evaluación cualitativa se tendrá en cuenta el desempeño en clase, participación activa, asistencia y desarrollo de actividades y consecución de logros. El porcentaje correspondiente a cada tipo de evaluación será de un 70% – 30%, respectivamente. Para aprobar el curso el estudiante deberá alcanzar un mínimo del 60% de la totalidad de la evaluación, de las cuales un 42% corresponderá a la evaluación cuantitativa y un 18% a la cualitativa.

	<b>Contenidos Programáticos</b>	<b>Código</b>	FGA-23 v.01
		<b>Página</b>	6 de 9

## BIBLIOGRAFIA BASICA

- Winsberg, Eric. 2010. Science in the Age of Computer Simulation. University of Chicago Press, Ltd. ISBN: 978-0-226-90204-3.
- Sablani, S.S., Rahman, M.S., Datta, A.K., Mujumdar, A.S. 2006. Handbook of Food and Bioprocess Modeling Techniques. CRC Press LLC, Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida. ISBN-10: 0-8247-2671-3.
- Panikov, N.S. 1995. Microbial Growth Kinetics. Chapman & Hall. London, UK. ISBN-10: 0-4125-6630-3.
- McKellar, R.C., Lu, X. 2004. Modeling Microbial Responses in Food. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida. ISBN-10: 0-8493-1237-X.
- Tijssens, L.M.M., Hertog, M.L.A.T.M., Nicolai, B.M. 2001. Food Process Modelling. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida. ISBN-10: 0-8493-1224-8.
- Rui Costa and Kristberg Kristbergsson Editors. Predictive Modeling and Risk Assessment, Vol 4. Springer US. 2008. ISBN: 978-0-387-33512-4 (Print) 978-0-387-68776-6 (Online).
- Baranyi, J., Roberts, T.A. 1995. Mathematics of predictive food microbiology. Int. J. Food Microbiol., 26, 199-218.
- McMeekin, T. A., Olley, J. N., Ross, T., Ratkowsky, D. A. 1992. Predictive Microbiology: Theory and Application. John Wiley and Sons Inc. New York. 340 pp.
- Taoukis, P.S., Labuza, T.P., & Saguy, I.S. 1994. Chapter 10: Kinetics of Food Deterioration and Shelf-Life Prediction, In: The Handbook of Food Engineering Practice, CRC Press.
- Braun, P., Sutherland, J.P. 2005. Predictive modelling of growth and measurement of enzymatic synthesis and activity by a cocktail of selected Enterobacteriaceae and Aeromonas hydrophila. Int. J. Food Microbiol., 105, 257-266.
- McMeekin, T.A., Ross, T. 2002. Predictive microbiology: providing a knowledge-based framework for change management. Int. J. Food Microbiol., 78, 133-153.
- Perni, S., Andrew, P.W., Shama, G. 2005. Estimating the maximum growth rate from microbial growth curves: definition is everything. Food Microbiol, 22, 491-495.
- Ross, T., McMeekin, T. A. 1994. Predictive Microbiology. Int. J. Food Microbiol., 23, 241- 264.
- Van Impe, J.F., Nicolai, B.M., Schellekens, M., Martens, T., De Baerdemaeker, J. 1995. Predictive microbiology in a dynamic environment: a system theory approach. Int. J. Food Microbiol., 25, 227-249.
- Wijtzes, T., van't Riet, K., Huis in't Veld, J.H.J., Zwietering, M.H. 1998. A decision support system for the prediction of microbial food safety and food quality. Int. J. Food Microbiol., 42, 79-90.



## Contenidos Programáticos

Código

FGA-23 v.01

Página

7 de 9

### DIRECCIONES ELECTRONICAS DE APOYO AL CURSO

- <http://www.foodsafety.org>
- <http://www.fsis.usda.gov>
- <http://www.cfsan.fda.gov>
- <http://www.sciencedirect.com>
- <http://www.combase.cc>
- <http://ifrswwwdev.ifrn.bbsrc.ac.uk/CombasePMP/PerfringensPredictor/Login.aspx>
- <http://ifrswwwdev.ifrn.bbsrc.ac.uk/CombasePMP/GP/Login.aspx?ReturnUrl=%2fCombasePMP%2fGP%2fDefault.aspx>
- <http://www.dfu.min.dk/micro/ssp/>
- <http://smas.chemeng.ntua.gr/miram/>
- <http://www.eu-rain.com/>
- <http://www.foodriskclearinghouse.umd.edu/>
- <http://www.symprevius.net/>
- <http://www.nelfood.com>
- <http://www.ifr.ac.uk/safety/dmfit>
- <http://www.foodandhealthnetwork.com>
- <http://www.food.gov.uk>
- <http://www.ifr.ac.uk>
- <http://www.arserrc.gov/www/>
- <http://www.foodsafetycentre.com.au/>
- <http://smas.chemeng.ntua.gr/start.php>
- <http://www.ifr.ac.uk/safety/Gencom/>
- <http://www.ugr.es/~eianez/Microbiologia/12crecimiento.htm>
- <http://www.microbiologybytes.com/LabWork/bact/bact1.htm>
- <http://www.microbiologybytes.com/LabWork/LabWork.htm>
- <http://enalcahe.googlepages.com/microbiologiapredictiva>
- <http://www.ars.usda.gov/services/software/download.htm?softwareid=90&pf=1>
- <http://www.dfu.min.dk/micro/sssp/Home/Home.aspx?lang=sp>
- <http://www.econ.cam.ac.uk/microfit/demo.htm>
- <http://www.econ.cam.ac.uk/microfit>
- <http://www.springerlink.com>
- <http://sites.google.com/site/enalcahe>

### SOFTWARE

- Seafood Spoilage and Safety Predictor (SSSP) v2.0
- Pathogen Modeling Program (PMP) 7.0
- MicroFit v 4.0
- Growth Predictor
- Prisma GraphPad v 3.02
- ComBase Predictor
- DMFit web.
- Microsoft Excel 2003 o 2007
- OpenOffice v 3.1.0 o superior
- Statgraphics centurion



## Contenidos Programáticos

Código

FGA-23 v.01

Página

8 de 9

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- McDonald, K., Sun, D-W. Predictive food microbiology for the meat industry: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 52 (1999) 1 – 27.
- Labuza, T. Chapter 1. Determination of the Shelf Life of Foods. University of Minnesota, Dept. of Food Science and Nutrition. 1994.
- Gould, G.W. Methods for preservation and extension of shelf life. *International Journal of Food Microbiology*, 33 (1996) 51 – 54.
- Swinnen, I.A.M., Bernaerts, K., Dens, E.J.J., Geeraerd, A.H., Van Impe, J.F. Predictive modeling of the microbial lag phase: a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (2004) 137 – 159.
- Malakar, P.K., Barker, G.C., Zwietering, M.H., van't Riet, K. Relevance of microbial interactions to predictive microbiology. *International Journal of Food Microbiology*, 84 (2003) 263 – 272.
- Dantigny, P., Guilmar, A., Bensoussan, M. Basis of predictive mycology. *International Journal of Food Microbiology*, 100 (2005) 187 – 196.
- Dantigny, P., Nanguy, S.P.-M. Significance of the physiological state of fungal spores. *International Journal of Food Microbiology*, (2009). doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.005. Article in Press.
- García, D., Ramos, A.J., Sanchis, V., Marín, S. Predicting mycotoxins in foods: A review. *Food Microbiology*, (2009) 1 – 13. doi:10.1016/j.fm.2009.05.014. Article in Press.

### BASES DE DATOS DE SOPORTE AL CURSO

Nombre	Dirección de acceso
Revista Iberoamericana de Micología	<a href="http://www.reviberoammicol.com/2006-23/indexsp.shtml">http://www.reviberoammicol.com/2006-23/indexsp.shtml</a>
BMC Microbiology	<a href="http://www.biomedcentral.com/bmcmicrobiol">http://www.biomedcentral.com/bmcmicrobiol</a>
Microbes and Environments	<a href="http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jsme2/ vols">http://www.jstage.jst.go.jp/browse/jsme2/ vols</a>
International Microbiology	<a href="http://www.im.microbios.org/">http://www.im.microbios.org/</a>
Applied and Environmental Microbiology	<a href="http://aem.asm.org/">http://aem.asm.org/</a>
Journal of Microbiology, Immunology and Infection	<a href="http://www.jmii.org/">http://www.jmii.org/</a>
Microbiology and Molecular Biology Reviews	<a href="http://mibr.asm.org/">http://mibr.asm.org/</a>
Revista Latinoamericana de Microbiología	<a href="http://www.medigraphic.com/espanol/e-htms/e-lamicro/em-mi.htm">http://www.medigraphic.com/espanol/e-htms/e-lamicro/em-mi.htm</a>