

www.cibereduca.com



V Congreso Internacional Virtual de Educación
7-27 de Febrero de 2005

EL USO DE MODELOS BIO-MATEMÁTICOS FORTALECEN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN UNIVERSIDADES AGROPECUARIAS

Dra. Lucía Fernández Chuairey
Dra. C Walkiria Guerra Bustillo

chuairey@yahoo.com

Universidad Agraria de La Habana, "Fructuoso Rodríguez Pérez",
La Habana, San José de las Lajas, Cuba

INTRODUCCIÓN

Una de las características fundamentales de la época actual está en la necesidad de poseer sólidos conocimientos en las Ciencias Básicas y en particular en la Matemática por el papel que ocupa en el desarrollo del pensamiento lógico y abstracto, por lo que se hace imprescindible incorporar nuevas tecnologías, que permitan fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia, en la Educación Superior.

En el caso de las Ciencias Agropecuarias el uso de la modelación estadística-matemática es indispensable para describir procesos biológicos y productivos, manteniéndose un reto constante por parte de los estudiantes, profesores e investigadores de apropiarse de estas herramientas, y utilizarlas adecuadamente, para poder alcanzar empeños superiores en las investigaciones científicas, todo lo cual debe tenerse en cuenta en su formación.

A partir de estas problemáticas se requiere de una meditación profunda sobre que vías, procedimientos y métodos activos de enseñanza de la Matemática y la Estadística deben tenerse en cuenta para la formación profesional en las Universidades de perfil Agropecuario, biológicos y otras ramas, que permitan elevar la calidad del egresados y de los profesionales.

El objetivo del presente trabajo es mostrar las experiencias alcanzadas en la introducción a la docencia de pre y postgrado del tema de Modelación Matemática en el ámbito agropecuario.

DESARROLLO

Uno de los problemas de la enseñanza de la Matemática cuando se imparte para otras especialidades es la poca motivación de los estudiantes al sentir esta disciplina desvinculada de sus intereses como profesionales, además de existir dificultades en el aprendizaje de conceptos correspondientes a esta ciencia por su nivel de abstracción.

La Modelación Matemática es una herramienta que puede activar un profesor de Matemática ante la resolución de procesos biológicos. Esta herramienta unida a nuevos conceptos, habilidades, procedimientos e interpretaciones matemáticas, pueden ser organizadas de forma tal que favorezcan el proceso de aprendizaje.

Para lograr introducir la Modelación Matemática en planes y programas de estudio de pre y post grado, se requiere de un trabajo metodológico, con el fin de, abarcar un conjunto de aspectos que recorren un amplio espectro de las Matemáticas desde el Cálculo Diferencial hasta la Matemática Numérica y la Estadística Matemática, lo que permite establecer vínculos con otras disciplinas de las carreras agropecuarias.

Desarrollo de un proyecto de investigación, resultados alcanzados

A partir de 1994 la Universidad Agraria de La Habana, en Cuba, desarrolló un proyecto de investigación titulado “Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias” que unido a la participación en otros proyectos fomentan una cultura del uso de la Modelación Matemática, en temas como:

Cálculo Diferencial: Donde se introducen los conceptos de derivada, extremos, puntos de inflexión y asíntotas, mediante la modelación de problemas relacionado con el crecimiento animal y vegetal, así como en los estudios de respuestas de cultivos ante la aplicación de diferentes niveles de fertilizantes y/o respuesta del peso vivo ante desiguales niveles de pienso, la puesta de huevo en gallinas ponedoras, etc. Es decir se utilizan problemáticas atractivas en el aprendizaje.

Cálculo Integral: Con el modelado de las curvas de lactancia en estudios de producciones de leche (Fernández et al, 2001) y la duración del área foliar entre otros ejemplos, para introducir, el concepto de integral definida mediante interpretaciones biológicas.

Ecuaciones Diferenciales: Que utiliza las modelación de fenómenos como por ejemplo el comportamiento de epidemias, el modelado de la Mastitis Bovina y en la Mecanización Agropecuaria en la descripción del ordeño mecánico.

Programación lineal: Teniendo en cuenta el concepto de optimización desde el punto de vista matemático y para lograr elementos económicos que puedan determinar la calidad y eficiencia de procesos productivos, como son explotación de parques de maquinarias y tractores, determinación óptimas de los sistemas de riego, combinación óptima de cultivos, uso de fertilizantes y distribución de los mismos, así como la determinación de las raciones óptimas en alimentos del ganado vacuno, porcino y aves.

Estadística Matemática: Con el uso de nuevas metodologías, procedimientos y materiales didácticos para procedimientos de comparación múltiple (en cuanto a sus posibilidades y como usarlos eficientemente), para el análisis multivariado de datos; en métodos estadísticos más utilizados por especialistas agropecuarios y de otras ramas (Guerra et al. 2002 y Guerra et al 2003), en Técnicas no paramétricas, así como en los estudios de estimación de componentes de varianza con el uso del Métodos de Máxima Verisimilitud restringida en programas de mejora genética.

En general se cuenta con múltiples resultados relativos al uso de la Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. Los trabajos de Del Valle (1996), Fernández (1996), Varela (1996), Álbalo (1997), Miranda (1997), De Calzadilla (1999), Sabín (1999), Espi (2000), Del Valle (2000), Cabrera (2002), Fernández et al. (2003) entre otros, profundizan rigurosamente en estas temáticas y en el proceder del ambiente matemático para cada cuestión.

Trabajo metodológico desarrollado por el colectivo

Paralelamente a la actividad investigativa, se perfecciono el trabajo científico-metodológico con el objetivo de incorporar los resultados a la docencia de pre y postgrado, así como a otros proyectos de investigación, mediante las siguientes tareas:

- Preparar a los docentes del colectivo de Matemática en cada tema mediante reuniones metodológicas que incluyó instrucciones teórico-prácticas.
- Intercambiar con los docentes de otras disciplinas con vista a establecer una correspondencia entre el lenguaje matemático y biológico.

- Confeccionar ejercicios basados en problemáticas reales ajustados a la docencia y con el rigor del lenguaje tradicional (dichos ejercicios fueron debatidos y aprobados por el colectivo).
- Las diferentes problemáticas con más elementos fueron incorporados a las clases de postgrado, mediante los métodos activos de enseñanza.
- Se realizaron clases demostrativas y clases abiertas.
- Se impartieron conferencias metodológicas especializadas en las diferentes facultades con el objetivo de dar una visión de las posibilidades de desarrollo científico a alcanzar con el uso de estas herramientas Matemáticas, y la necesidad de los vínculos interdisciplinarios.
- Participación en eventos Científicos internacionales de la enseñanza de la Matemática y la Estadística.

Conjuntamente a estas tareas y con el objetivo de apoyar y fortalecer el desarrollo de la investigación científica, dada la necesidad creciente de los investigadores, de adquirir nuevos conocimientos en áreas avanzadas de la Modelación Matemática, la Estadística y la Computación, se desarrolló un grupo de acciones relacionadas con la introducción de estos temas en las maestrías de Producción Animal, Medicina Veterinaria Preventiva, Producción con Rumiantes, Ciencia Agrícola, Reproducción, así como en cursos de post grado y se propuso (Guerra et al 2002, 2003) un sistema de superación profesional que incluye diplomados sobre: Modelos Matemáticos y Estadísticos aplicados a la gerencia académica e investigativa, biomodelos y Didáctica de la Enseñanza en el nivel medio Superior.

Se concluye que el desarrollo científico-técnico-metodológico alcanzado en estos temas (concretados en la discusión exitosa de quince tesis de maestría y dos de doctorado) posibilitó el perfeccionamiento de la Matemática Superior y la Bioestadística, logró introducir una adecuada interpretación matemático-biológica en temas del Cálculo Diferencial e Integral, elevó el nivel científico-técnico de los estudiantes, docentes, investigadores y especialistas al incorporar metodologías y procedimientos en cursos, maestrías, diplomados y asesorías a otros proyectos de investigación, que requieren de conocimientos avanzados en este campo.

Un ejemplo del uso de Biomodelos en la enseñanza de la Matemática en las carreras agropecuarias y biológicas

El estudio del crecimiento revierte gran importancia en las Ciencias Biológicas, ya que constituye una regularidad, además tiene la característica de ser un proceso dinámico, y en la mayoría de los casos responde a modelos no lineales y asintóticos. Por tal motivo se utiliza uno de estos modelos como ejemplo para mostrar la utilización de las herramientas matemático – estadísticas.

La información se tomó de un experimento desarrollado por investigadores en áreas de la Universidad.

De un experimento en aves, se conoce el peso vivo promedio (g) durante 35 semanas dadas por $(X_1, Y_1); (X_2, Y_2); \dots; (X_{35}, Y_{35})$ y se desea conocer la dinámica de crecimiento de las mismas con respecto al tiempo, así como algunos indicadores como son: edad en que se produce la máxima tasa de

ganancia, peso promedio en la madurez , etc. A partir de esta problemática varias interrogantes van surgiendo: ¿Cómo ajustar datos a expresiones matemáticas? ¿Cuál es el modelo más apropiado y preciso? ¿Qué interpretación biológica se puede obtener de estas expresiones?

Para el procesamiento y análisis de la problemática es necesario considerar:

- Ploteo de puntos para analizar tendencia de datos
- Selección del tipo de modelo a ajustar
- Ajuste del modelo, con el apoyo de un software apropiado
- Descripción del proceso a partir del modelo obtenido.

La figura 1 muestra la tendencia del crecimiento de las aves durante las 35 semanas. El expresión asociada es el modelo Logístico que fue el que logró el mejor ajuste, al compararlo con otros tres modelos como el lineal simple, el de Brody y el de Von-Bertalanffy. La descripción Matemático-biológica del proceso mediante el uso de las siguientes herramientas matemáticas se pueden resumir en:

- **Dinámica de crecimiento.** A partir de la función obtenida (figura 1).
- **Primera Derivada.** Permite obtener posibles extremos e intervalos crecimiento (Se introduce este concepto dando paso al limite del cociente incrementado). Por otra parte se pueden determinar las ganancias instantáneas y por tanto la dinámica de la tasa de ganancia en el período analizado, en la tabla 1 se muestran estos resultados de la semana 9 a la 19.
- **Punto de inflexión.** A partir de lo mostrado en la figura 2, el estudiante puede analizar y explicar los cambios en la forma de la curva, de convexa a cóncava. La respuesta está relacionada con cambios en la tasa de ganancia y la existencia de un punto de inflexión, que representa el momento donde se alcanza la máxima ganancia, luego, el **punto de inflexión** es un máximo de la primera derivada y biológicamente está asociado a **la pubertad** y es de vital importancia en investigaciones, ya que es donde el animal empieza a rendir económicamente.
- **Tasa de madurez:** Esta se refiere a la tasa de crecimiento relativa al peso maduro (relacionada con el parámetro k que aparece en la figura. 1). Se plantea que grandes valores de k indica madurez temprana y valores pequeños de k indica madurez tardía.
- **Asíntota:** En este modelo es $PV = A$ (A es un parámetro del modelo) y representa la media del peso maduro, es decir la media del peso en la madurez.

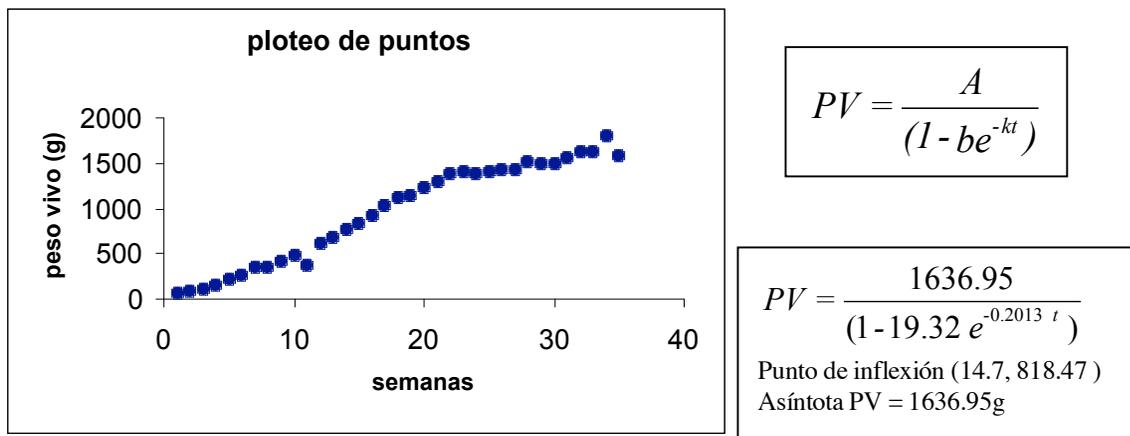


Figura 1. Ploteo de los puntos y modelo Logístico que representa una curva asintótica y sigmoide, propiedades propias de la descripción del crecimiento.

semanas	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Tasa de ganancia g/ semanas	60.1	66.3	71.8	76.5	79.9	81.9	82.3	81.0	78.1	73.9	68,7

Tabla 1. Resultados de la tasas de ganancias en las semanas 9-16

En este proceso se pudo apreciar que la respuesta conlleva el ajuste de un modelo no lineal lo cual está presente en muchos procesos biológicos y agropecuarios, por lo que se hace necesaria la valoración del especialista conjuntamente con la del matemático para tener en cuenta los elementos más relevantes y su valoración.

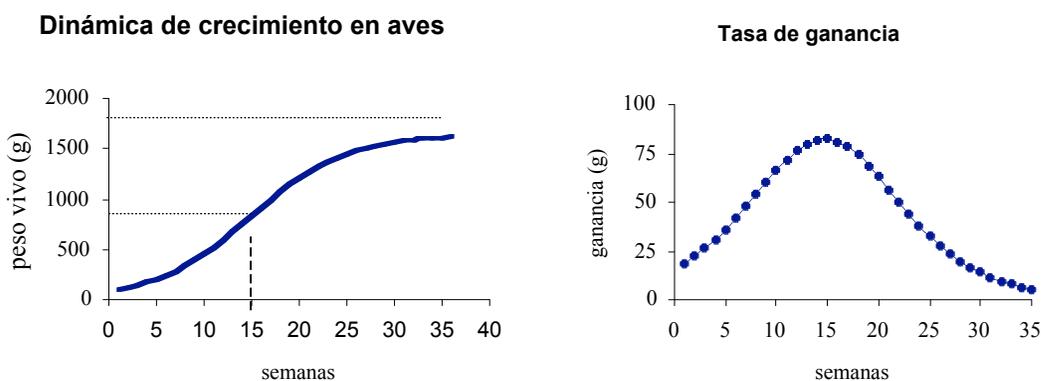


Figura 2. Representación gráfica del crecimiento de las aves a partir del análisis de regresión y comportamiento de la tasa de ganancia obtenido mediante la derivada.

Se describen en forma similar otros procesos como son: Crecimiento alométrico que relaciona el comportamiento de la parte de un organismo con respecto al todo, una vez obtenido el modelo se puede determinar el momento óptimo del sacrificio del animal dependiendo del objetivo económico. Se incluyen la puesta de huevo, el modelado de respuesta de rendimiento de los cultivos ante la aplicación de fertilizantes, de las curvas de lactancias, en que se puede estimar pico de producción, así como producciones totales y parciales a partir de la integral definida, entre otros. Existe una amplia gama de aplicaciones de estos modelos en estas ramas y afines, lo cual se corrobora por las numerosas

publicaciones científicas existentes, una muestra de esta es reportada por Fernández (1996) y del pozo et al. (2001).

En general el uso de los biomodelos, con el apoyo de diferentes procedimientos y métodos en el proceso de enseñanza, contribuyen en el orden didáctico, a incentivar la motivación de los estudiantes por las Ciencias Matemáticas, al lograrse una mayor vinculación de su contenido teórico con los procesos biológicos de objeto de la profesión, lo que posibilita una mejor calidad de las capacidades profesionales, en tanto que se incorporan herramientas matemáticas en el modo de actuación profesional.

Por otra parte se fomenta una cultura del uso de la Matemática con la integración del tema en diferentes disciplinas, donde se puede lograr una formación más eficiente del profesional en la medida en que los conocimientos básicos de la disciplina Matemática estén más vinculados y sean retomados por otras disciplinas.

En la actualidad el departamento de Ciencias Básicas, de la Universidad Agraria de La Habana cuenta con una gama de ejercicios de los temas abordados basados en problemáticas reales, ajustados a la docencia con el rigor del lenguaje biológico tradicional y se logra mostrar con ejemplos concretos el uso de la matemática en tareas que deben realizar estos profesionales una vez graduado, siendo una temática en desarrollo lo que representa un reto constante para la enseñanza de la matemática para la Educación Superior en el presente milenio.

Aplicación en la Investigación

El desarrollo alcanzado permitió el vínculo en proyectos de investigación que requieren de técnicas avanzadas y software especializados, ya que son procesos en su mayoría que responden a datos desbalanceados, con una alta variabilidad, etc, donde los Modelos Matemáticos, la Simulación y la estadística que se aplica escapan de los procedimientos tradicionales y clásicos.

De ahí el constante reto de los de los matemáticos, por la capacitación en estas áreas y desarrollo de un sistema de superación profesional que permita, actualizar y formar a los profesionales de esta rama mediante el uso adecuado de las herramientas de la Matemática y la Estadística para su desarrollo en la actividad docente y científico-investigativa

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos con la introducción de la Modelación Matemática vinculados a procesos biológicos han permitido dar un salto cualitativo en la formación y superación de profesionales e investigadores, en la investigación científico técnica y los servicios científico - técnico en el ámbito agropecuario.
- Se hace necesario intercambiar con otras Universidades, comparar planes de estudios, con vista a establecer criterios y valoraciones generales sobre el uso de la Modelación Matemática- Estadística en las Ciencias de perfil biológico en el ámbito docente–investigativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Albelo, M. Aplicaciones de la programación lineal a la agricultura. Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1997.

2. Cabrera, A. Criterios estadísticos en la descripción del patrón espacial y diseño de muestreos para *Thrips palmi* Kamy en papa. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, 99p. 2002.
3. De Calzadilla, J. Procedimientos de la Estadística no paramétrica en las Ciencias Agropecuarias. Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1999.
4. Del Pozo, P.P; Fernández, Lucía. El Papel de la modelación y la simulación en la investigación de las ciencias agropecuarias". Revista de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad de Nariño RECYM. : 101-120. ISSN 0124-0285. 2001.
5. Del Valle, Alicia. Comparativo de cinco procedimientos de comparación Múltiple Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1996.
6. Del Valle, J. La Multicolinealidad en modelos de regresión lineal múltiple. Propuesta de solución. Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 2000.
7. Espi, Z. Ecuaciones Diferenciales Aplicadas a la Modelación de la Mastitis Bovina, Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 2000.
8. Fernández, Lucía. Modelos que describen la Dinámica de los procesos biológicos en las Ciencias Agropecuarias. Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1996.
9. Fernández, L. Modelos que describen la dinámica de los procesos biológicos en las Ciencias Agropecuarias, Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1996.
10. Fernández, Lucía; Guerra, W, Sabín Yolanda."Los Biomodelos y su impacto en la Educación Superior Agropecuaria". Publicaciones periódicas RELME. Tomo I del volumen 16 del Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. 2003.
11. Fernández, Lucía; Martínez A y Del Pozo, PP. (2000) Modelación Matemática y Método Científico, en las Ciencias Agropecuarias". Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol 9(3-4): 63-60. 2000.
12. Fernández, Lucía; Menéndez, A; Guerra, B, Walkiria; and Suárez, M. Estimation of the standard lactation curves of the Siboney de Cuba breed for their use in lactation. Cuban Journal of Agricultural Science vol 35(2) :93-97. 2001.
13. Guerra, Walkiria; Fernández, Lucía. (2002) Propuesta de un sistema de superación profesional sobre métodos estadísticos para especialistas agropecuarios y de otras ramas. Revista de Ciencias Matemáticas. Vol 29 (2). 2002.

14. Guerra, Walkiria, Cabrera A, Fernández Lucía. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol 37(1). 2003.
15. Miranda, I. Análisis de cluster como estrategia multivariada de clasificación. Solución a un problema taxonómico. Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1997
16. Ruiz de Zarate. Ecuaciones Diferenciales aplicadas al crecimiento bacteriano, Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1996
17. Sabín, Y. Determinación a posteriori de valores de potencia en los diseños experimentales clásicos, Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1999.
18. Varela, M. Análisis multivariado de datos. Algunas aplicaciones en las Ciencias Agrícolas, Tesis de maestría en Matemática Aplicada a las Ciencias Agropecuarias. UNAH. 1996.

©CiberEduca.com 2005

La reproducción total o parcial de este documento está prohibida sin el consentimiento expreso de los autor/autores.
CiberEduca.com tiene el derecho de publicar en CD-ROM y en la WEB de CiberEduca el contenido de esta ponencia.

® CiberEduca.com es una marca registrada.

©™ CiberEduca.com es un nombre comercial registrado