DESARROLLO DE UN MODELO MATEMÁTICO DE UNA EXPLOTACIÓN LECHERA PARA LA DOCENCIA DE PRODUCCIÓN DE BOVINO LECHERO

Calsamiglia, S., Espinosa, G., Castillejos, L., Vera, G., Ferret, A.
Dept. Ciencia Animal y de los Alimentos
Universitat Autònoma de Barcelona
sergio.calsamiglia@uab.es

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente ha existido poco interés en innovar y/o profundizar sobre estrategias docentes que mejoren el aprendizaje en el área de producción animal, en general, y en el bovino lechero en particular, a pesar de que existen actividades y acciones que podrían incorporarse con cierta facilidad (Wattiaux, 2008). El desarrollo de la docencia en el ámbito del Plan Bolonia, en el cual se enmarca nuestro sistema Universitario, exige la implementación de nuevas estrategias docentes. Éstas requieren una reducción del tiempo dedicado a la docencia presencial y un aumento en el proceso de autoaprendizaje. No se trata sólo de enseñar, sino fundamentalmente de que el estudiante aprenda (docencia centrada en el alumno). El aprendizaje depende más de la motivación y la vivencia del conocimiento que en el acto de enseñanza *per se*. Es la tradicional figura motivadora del "Maestro" entremezclado con el concepto de "learning by doing". Sin embargo, además del desarrollo de estrategias docentes que materialicen este concepto, que no siempre es fácil, existe un factor adicional, que es cómo evaluar de forma justa y transparente el aprendizaje de los estudiantes, teniendo en cuenta el elevado número de alumnos por clase; y cómo hacer del proceso de evaluación un proceso continuado que estimule la rectificación de errores y, en último término, facilite el aprendizaje. Es decir, cómo transformar el papel de "juez" que tiene el examen para convertirlo en una herramienta de automotivación y promoción del aprendizaje. Teniendo en cuenta estas consideraciones, es necesario desarrollar herramientas de aprendizaje que motiven al estudiante, permitan el autoaprendizaje y la "experimentación" del conocimiento, y evaluar sus conocimientos de forma justa, transparente y factible en la realidad docente de la Universidad Española. El objetivo de este trabajo es presentar un modelo de simulación de funcionamiento de una granja de leche diseñado para motivar al estudiante, garantizar su aprendizaje y permitir una evaluación justa, transparente y factible.

MATERIAL Y MÉTODOS

El simulador se ha programado en Java y funciona de forma centralizada vía web, siendo accesible desde cualquier sitio, tanto para el profesor como para el alumno, mediante el uso de una contraseña. El modelo se basa en la simulación matemática de la vida de una vaca, donde la mayor parte de los factores modelizados son aleatorios dentro de un margen fisiológico determinado por defecto pero modificable por el instructor.
Dentro de un mismo curso, todas las granjas se generan según ha determinado el instructor, que ha definido el tamaño, el nivel de producción medio, el tipo de ingredientes disponibles, su composición y precio, la estructura de población y las probabilidades de todos los eventos tanto fisiológicos (índice de detección de celo, duración del ciclo ovárico, fertilidad,…) como patológicos (incidencia y consecuencias de tantas patologías como se consideren oportunas). El programa establece para cada ternero su edad, peso, altura, estado reproductivo y dieta, mientras que para las vacas establece su nivel productivo potencial, días en lactación, estado reproductivo y la dieta. Ello permite generar tantas granjas como sean necesarias (por ejemplo, una por estudiante), todas ellas parecidas entre sí, pero únicas. El profesor puede consultar la actividad de la clase como conjunto o de cualquier estudiante individualmente, lo que facilita las consultas a través de la red.
El crecimiento en peso y altura de las terneras se basa en una adaptación de las ecuaciones de crecimiento del NRC (2001). Las curvas de producción de leche se basan en el modelo de Woods (1967). La producción de leche se determina según la interacción del potencial genético del animal, el número de lactación y el aporte de nutrientes en base a la ingestión y el contenido en energía (Mcal de ENl) y proteína (g proteína) de la ración siguiendo las ecuaciones del NRC (2001). El ciclo reproductivo, la expresión del celo, la fertilidad y el

efecto de tratamientos hormonales (prostaglandinas, GnRH y esponjas vaginales de progesterona,…) se definen con medias y rangos de variación fisiológicos. El instructor puede definir cualquier tipo de enfermedad y determinar su incidencia y condicionantes (efecto sobre la ingestión, la producción, la fertilidad, el retorno a celo, modificación de células somáticas, tratamientos efectivos, necesidad de retirar la leche en caso de antibióticos,….).
Los errores cometidos se registran y comunican al usuario en forma de feedback inmediato, lo que le permite reaccionar en futuras acciones. El programa contiene un algoritmo que calcula la nota diariamente en función de los errores del estudiante, por lo que la evolución de la nota así como la corrección es automática.
El programa se ha utilizado durante tres años en la Facultad de Veterinaria de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y en otras 4 universidades nacionales e internacionales. Los alumnos de la asignatura "Bases de la Producción y Manejo Animal" (primero de carrera de la UAB) disponían de unos apuntes sobre el bovino lechero, instrucciones escritas del programa, un video de 10 minutos sobre el uso del programa y 2 h de clase. Durante el semestre simularon 150 días de funcionamiento de la granja y dibujaron un croquis general de la explotación (dimensionado). Con el objetivo de valorar la eficiencia del sistema en la mejora del aprendizaje, los estudiantes fueron sometidos a un examen no programado 15 días antes de la fecha prevista del examen final de la asignatura. Dicho examen consistió en 15 preguntas relacionadas con la fisiología del vacuno y el funcionamiento de una explotación de bovino lechero, y otras 15 preguntas de la misma categoría/dificultad sobre porcino, ovino o aves (cuyos contenidos se habían explicado en el mismo semestre). Además, los estudiantes rellenaron una encuesta para valorar la utilidad del programa en el proceso de aprendizaje.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema es robusto y permite una simulación realista de la vida de la vaca y de la evolución de una explotación de bovino lechero. A lo largo de los últimos 3 años, el sistema ha funcionado de forma simultánea en diferentes cursos dentro de la misma Universitat Autònoma de Barcelona (asignaturas de Bases de la Producción y Manejo Animal en primero curso; Producción Animal I en tercer curso; Producción Bovina en cuarto curso; Clínica de Rumiantes en quinto curso) y en 4 Universidades distintas tanto nacionales como internacionales, gestionando un número elevado de estudiantes (hasta 150 por curso). El límite de utilización lo determina la memoria disponible para el almacenamiento de datos. En función del nivel de los estudiantes (curso) y los objetivos docentes, el programa se ha utilizado de formas distintas por parte del instructor. El abanico de usos de elementos del sistema es amplio, desde el funcionamiento básico de la explotación hasta la gestión completa (incluyendo enfermedades) o el desarrollo de ejercicios puntuales (cálculo y dibujo de un croquis de instalaciones, planteamiento de un plan de deyecciones, planteamiento de un plan de producción y rotación de forrajes,…).
El estudiante debe tomar diferentes decisiones periódicamente, en función de la activación o no de eventos por parte del instructor, entre las que se incluye: crotalar, desinfectar y administrar calostro a los neonatos, dosificación de calostro y leche artificial, destete, formación de grupos y dietas para las diferentes etapas de las terneras de reposición, inseminación y diagnóstico de gestación de la reposición, etc. En las vacas, debe decidir la dieta, la formación de lotes, la inseminación, el diagnóstico de gestación, el tratamiento de enfermedades, el secado, y la venta o sacrificio.
Todos los parámetros programados pueden modificarse por el instructor, que puede introducir modificaciones a lo largo del curso que afectarán de forma similar a todas las granjas del mismo curso. Esta flexibilidad permite utilizar el programa de formas distintas y con grados de dificultad acorde a los objetivos docentes.
Durante los dos últimos años, los estudiantes del curso "Bases de la Producción y Manejo Animal" han valorado positivamente el sistema de aprendizaje, haciendo hincapié en la utilidad del sistema para entender la gestión global de la explotación. Los estudiantes valoran positivamente la disponibilidad *on-line* de los contadores de errores y de la nota, ya que les permite tener feedback inmediato para identificar en qué áreas cometen errores y rectificar, lo que motiva al aprendizaje a través de la consulta a compañeros o a los apuntes.

A partir de la estimación del tiempo dedicado al ejercicio, se considera que la dedicación media es de 2 minutos por día simulado. En una valoración global de la utilidad del programa como herramienta de aprendizaje, el valor medio de los 3 últimos años es de 8,9 sobre 10. El resultado del examen no programado (lo que supone que evalúa la adquisición continuada de conocimientos sin el esfuerzo de estudio previo al examen) indica que la probabilidad de contestar adecuadamente es 5 veces superior en temas de vacuno lechero que para otras especies cuya docencia fue más tradicional.
El acceso al programa es vía web (www.granjadevacas.es) y está disponible en Catalán, Castellano e Inglés. En la página web está disponible un manual de usuario para los alumnos y otro para el profesor. Además, hay videos disponibles (2 videos de 10 minutos para los alumnos y un video de 10 minutos para el profesor) que explican con detalle el funcionamiento del programa. El acceso de prueba puede hacerse mediante el usuario "invitado" y contraseña "invitado". La creación de un curso requiere solicitarlo al administrador (sergio.calsamiglia@uab.es).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

● National Research Council (2001). Nat'l Academic Press, Wasington, DC; ● Wood, P.D.P. 1967. Nature 216.164-165; ● Wattiaux, M. A**.** 2008 In: Exploring Signature Pedagogies: Approaches to Teaching Disciplinary Habits of Mind. R. Gurung, N. Chick and H. Aeron (Eds). Stylus Publishing, LLC, VA

Agradecimientos: El desarrollo de este proyecto ha sido posible gracias a la ayuda de *Millora de la Qualitat Docent* de la *Generalitat de Catalunya* (Proyecto MQD2010-00170)

DEVELOPING A MATHEMATICAL MODEL OF A DAIRY CATTLE FARM TO TEACH DAIRY SCIENCE

ABSTRACT: Implementing student-centered learning programs in University settings is often difficult. A web-based software was developed to describe the life cycle of a dairy cow and used to simulate a dairy farm. Within a class, each student has its own unique farm defined at random within limits determined by the instructor. Actions taken by students include: heat detection, insemination, drying off, diet specifications, formation of groups and transfer of animals between groups, colostrum and milk feeding, weaning, treatment of diseases, milk withdrawal if antibiotics are used, heat synchronization (hormonal), buying and culling of cows or heifers, etc. The daily output provides information on production and economic performance as feedback for students, and grading is provided to students on-line. Exercises on designing facilities, developing a manure management programs or agricultural planning can also be implemented. The program has been used by students in several Veterinary and Agricultural School around the world with excellent evaluations. In a non-planned exam conducted 2 weeks prior to the final exam, students were 5 times more likely to respond correctly to the same type of questions about dairy cows than other species taught in the same semester. The program is available in Catalan, Spanish and English. For information, connect to www.dairyfarm.es.

Keywords: model, teaching, dairy farm