

## DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DINÁMICA DE REBAÑO EN SISTEMAS EXTENSIVOS DE VACUNO DE CARNE

R. Ruiz<sup>1</sup>, D. Villalba<sup>2</sup>, A. Bernués<sup>3</sup>

<sup>1</sup>NEIKER A.B., Vitoria-Gasteiz; <sup>2</sup>Universitat de Lleida; <sup>3</sup>CITA Gobierno de Aragón.

### INTRODUCCIÓN

En las explotaciones ganaderas extensivas el número de factores involucrados en su funcionamiento es muy grande y las interacciones entre ellos complejas. En consecuencia, el desarrollo de herramientas para el apoyo a la toma de decisiones requiere la integración de un gran número de elementos. Además de los factores técnicos, productivos, biológicos o ecológicos, es preciso considerar los de tipo social y económico para su análisis desde una perspectiva global. Por otro lado, los modelos de alimentación y reproducción animal que representan procesos biológicos individuales, aunque rigurosos desde el punto de vista científico, no son directamente aplicables cuando se pretende estudiar la dinámica de las explotaciones ganaderas. Para ello es fundamental integrar las diferentes etapas del ciclo productivo por el que pasan los animales de un rebaño, y las interacciones existentes entre ellas.

La dinámica del rebaño se simula mediante modelos poblacionales que incorporan las características de este (número de animales, estructura del rebaño en lotes, intervalo entre partos, tasas de reposición, mortalidad, etc.). De este modo las salidas de los modelos individuales sirven de entrada para el de dinámica del rebaño, y viceversa.

El objetivo del presente trabajo ha sido el diseño de un modelo de simulación que permita predecir a medio-largo plazo las dinámicas de población existentes en los rebaños de vacuno de carne de acuerdo a las principales prácticas de manejo<sup>1</sup>.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Para desarrollar el modelo de rebaño se ha empleado el programa Stella 8.0 v. Research (Richmond, 2001), el cual posibilita la representación gráfica de los componentes del modelo en diferentes tipos de compartimentos, y la introducción de las ecuaciones que rigen los flujos existentes entre ellos, variables y parámetros sin necesidad de usar un lenguaje de programación.

El modelo diseñado (Figura 1), que se ejecuta tomando el día como unidad básica de tiempo, considera el rebaño en diferentes lotes de animales (ANOESTRO) a partir de distintas duraciones de anoestro post parto (APP), el cual estaría condicionado por el manejo de la alimentación a través de la condición corporal. Transcurrido el periodo de anoestro, las vacas entran en ciclicidad cada 21 días, diferenciándose las CÍCLICAS, o vacas en celo, de las que se encuentran CICLANDO. De este modo durante la época de cubriciones, comprendida entre las fechas de entrada y salida de los toros al rebaño, se considera que cada día hay un número potencial de hembras que pueden quedar GESTANTES. Este número es función de los siguientes parámetros: el número de sementales presentes, el número de saltos diarios que puede realizar cada uno, y la fertilidad de cada salto.

La duración de la gestación se estima según una distribución normal (media=290 días, std=10). Transcurrido ese tiempo paren (PARIDAS) e inician un

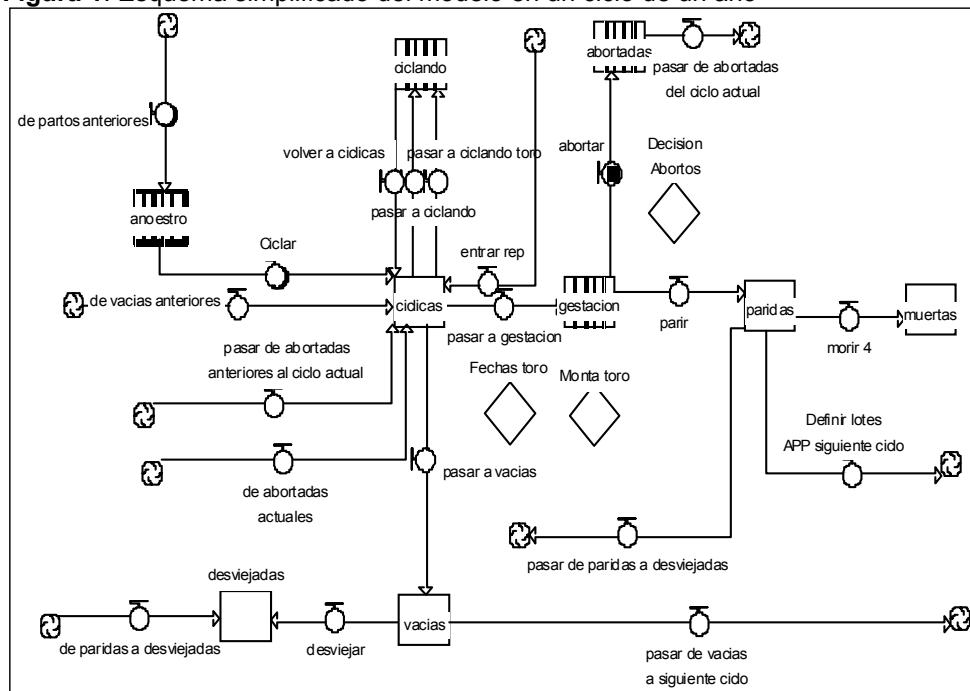
<sup>1</sup> Este trabajo se enmarca en el proyecto INIA RTA03-029-C2: Desarrollo de un Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones para la gestión sostenible de sistemas ganaderos extensivos de rumiantes y la evaluación de políticas en zonas de montaña.

nuevo periodo de ANOESTRO. La incidencia de abortos se asume de manera aleatoria dentro de unos rangos de probabilidad prefijados de antemano por el usuario. Si este proceso tiene lugar dentro de la misma época de cubriciones, las vacas ABORTADAS podrían entrar en ciclicidad transcurrido un periodo de tiempo determinado; si por el contrario ya se hubieran retirado los sementales del rebaño, lo harán para la siguiente época de cubriciones. Las vacas que hubieran quedado VACIAS al final de una época de cubriciones se considera que entran en ciclicidad nuevamente al inicio de la próxima.

La representación de manera realista de procesos tales como la mortalidad o el desvieje supone un problema cuando se trabaja en lotes de animales, por cuanto dichos procesos pueden suceder en realidad en cualquier fase del ciclo productivo. En el presente prototipo la solución planteada ha consistido en relacionar la mortalidad con las vacas paridas hasta completar el número de animales determinado por la tasa de mortalidad fijada, y por otro lado, asumir que el desvieje se realiza del lote de VACIAS una vez transcurrida la época de cubriciones.

Asimismo, el modelo incorpora la entrada de los animales de REPOSICIÓN en el rebaño de manera escalonada en el grupo de animales en ciclicidad según una tasa determinada por el usuario.

**Figura 1.** Esquema simplificado del modelo en un ciclo de un año



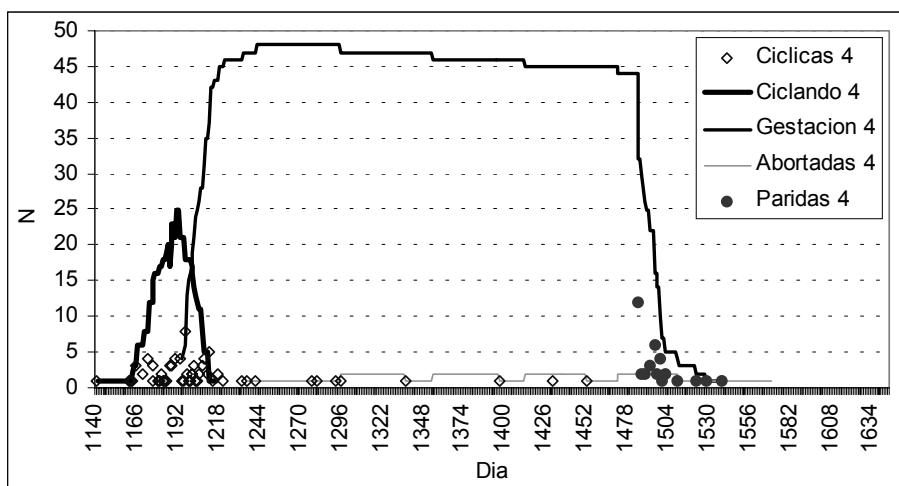
Parámetros como tasa de mortalidad, desvieje y otros de carácter reproductivo tales como fertilidad, APP, etc., pueden ser incluidos fácilmente con un carácter estocástico.

Además de la estructura en compartimentos, los flujos de animales y las ecuaciones que los rigen, se ha diseñado una interfase de usuario que permite la modificación de variables y parámetros y la ejecución del modelo de manera sencilla (Figura 2).

## RESULTADOS

Con el objeto de presentar el funcionamiento del modelo se ha replicado este ciclo hasta completar un total de 7 años para un rebaño de 47 vacas iniciales. Se han fijado 5 lotes de animales iniciales según la duración de su APP: 50% con 45 días; 20% con 60 días; 15% con 90 días; 10% con 150 días y 5% con 300 días de anoestro. La época de cubriciones tiene lugar entre los días 100 y 160 de cada año, disponiéndose de 2 toros (4 saltos por día y 90% de fertilidad para cada salto). La probabilidad de incidencia de abortos es del 10%, con un 15% de reposición anual, 10% de desvieje y 5% de mortalidad.

**Figura 2.** Resultados para los principales lotes de animales a lo largo del cuarto año de simulación



Si bien se considera que el funcionamiento del modelo es satisfactorio, se está profundizando en su mejora y validación. Posteriormente se considerará su traducción a Visual Basic para superar los problemas encontrados y facilitar su integración con los modelos RUMINANT (Herrero, 1997) y VACUN (Villalba, 2000). La integración de modelos de alimentación y de dinámica de rebaño permitirá incorporar las relaciones existentes entre alimentación y reproducción, así como evaluar el impacto potencial de distintas estrategias de manejo en los rebaños de vacas nodrizas a medio-largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hannon, B. y M. Ruth (1994) Dynamic Modeling, Springer Verlag, New York.  
Herrero M., 1997. Modelling dairy grazing systems: an integrated approach. PhD Thesis. University of Edinburgh, 282p.  
Richmond B., 2001. Stella, an introduction to systems thinking. High Performance Systems, Inc., 165pp.  
STELLA. (2004), info en: <http://www.iseesystems.com/index.aspx>  
Villalba D. 2000. Construcción y utilización de un modelo estocástico para la simulación de estrategias de manejo invernal en rebaños de vacas nodrizas. Tesis Doctoral, Universitat de Lleida, 154 p.