

MODELIZACIÓN DE UN SISTEMA AGROFORESTAL: EL CASO MONTE MEDITERRÁNEO-POBLACIÓN DE CIERVOS EN LOS QUINTOS DE MORA (TOLEDO)

M. MARTÍNEZ JAUREGUI¹, A. SAN MIGUEL AYANZ¹ Y S. ROIG GÓMEZ²

¹Departamento de Silvopascicultura. UPM. E.T.S.I Montes. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. asanmiguel@montes.upm.es ² **Departamento de Silvopascicultura. UPM. E.U.I.T Forestal. Ciudad Universitaria s/n. 28040 Madrid. sroig@forestales.upm.es.**

RESUMEN

Se ha elaborado un modelo preliminar del sistema agroforestal monte mediterráneo-población de ciervos, a partir de datos reales de la finca Los Quintos de Mora (Toledo), comprobando que permite predecir el funcionamiento del sistema tanto de forma integrada como parcial (por sectores), con resultados satisfactorios y coherentes con el conocimiento previo que se tiene del sistema.

Los resultados de la aplicación del modelo permiten considerarlo como una herramienta utilizable en la docencia e investigación, y como un paso más en el desarrollo de sistemas expertos de gestión de sistemas agroforestales.

Palabras clave: simulación, gestión de poblaciones, gestión de vegetación.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales surgen con el inicio de las civilizaciones humanas y en su evolución se han ido diversificando y perfeccionando. El hecho de que hayan perdurado a lo largo de siglos, da una idea de su versatilidad y multifuncionalidad, conseguidos mediante el equilibrio entre conservación y gestión.

El sistema agroforestal monte mediterráneo-caza presenta grandes expectativas de futuro por ser la caza un producto de calidad, compatible con la conservación del medio natural y reportar beneficios a los propietarios en un escenario de demanda creciente (San Miguel, 1995).

Existen estudios parciales del sistema como la dinámica de población de ciervos (Pérez-Carral, 1997), sus necesidades alimenticias en cantidad y calidad (Zamora, 1973; Caballero, 1985; Pérez-Carral, 1997), la relación de las necesidades de las reses con la oferta de alimento del medio y el ramoneo (Osoro y Martínez, 1994; Soriguer *et al.*, 1994; San

Miguel, 1995), la influencia de la carencia de alimento sobre el desarrollo de la población de ciervos, la fertilidad y el estado sanitario (Soriguer *et al.*, 1994). Entendiendo el sistema agroforestal como un conjunto de recursos y productos, el modelo preliminar que ahora se presenta permite ver que se puede abordar la modelización de los sistemas agroforestales y que resulta útil para realizar simulaciones predictivas acerca del funcionamiento del sistema.

MATERIAL Y MÉTODOS

El modelo pretende reflejar la realidad de un sistema agroforestal concreto: monte mediterráneo-población de ciervos, a partir de datos reales de la finca Los Quintos de Mora (Los Yébenes, Toledo).

La finca posee 6864 hectáreas. Tiene encinar extremeño (*Pyro-Quercetum rotundifoliae*) como vegetación potencial principal y sus etapas de sustitución son: mancha mediterránea, jaral-brezal, jaral-romeral y tomillar-cantuesar. Según años es posible encontrar cuatro tipos de clima (Allué, 1990): Mediterráneo genuino, subnemoral, substepario y Nemoromediterráneo genuino. La principal actividad es la cinegética y por tanto, las actuaciones en el monte: caza, resalveos y siembras (San Miguel, 1995) se enfocan con este objetivo.

El modelo se ha llevado a cabo con el soporte informático Stella II, High Performance System. Este programa proporciona las herramientas para construir un modelo con cuatro niveles de información: uno de presentación, desde donde el usuario puede interactuar con el modelo; otro donde quedan expresadas las relaciones cualitativas; un tercer nivel donde quedan definidas las relaciones cuantitativas; y un cuarto, donde se encuentra desglosada toda la formulación del modelo.

El modelo está formado por un entramado de variables o elementos del sistema que se relacionan entre sí y quedan agrupadas en cuatro sectores o espacios temáticos: población de ciervos, necesidades de los mismos, vegetación y clima. De esta forma, se entiende que el sector población de ciervos se relaciona con el sector vegetación a través de la dieta (dada por las necesidades), la oferta del medio en pastos herbáceos se encuentra caracterizada por el tipo de clima e influye sobre la población mediante las pérdidas o ganancias de peso. (Figura 1).

El sector clima se ha definido asociando a cada tipo de clima de la finca, una producción mensual por hectárea de cada tipo de alimento según San Miguel (1995).

La población de ciervos se ha clasificado por clases de edad (gabatos, varetos o primas y adultos) y sexo, y se han definido como variables acumulativas de número de individuos, con un flujo de entrada (nacimientos o entradas desde la clase de edad anterior) y otro de salida (correspondiente a la mortalidad, la caza y el paso a la siguiente clase de edad). La población inicial (en torno a las 35 reses/100 hectáreas) y las tasas consideradas en este sector se han tomado de censos realizados en la finca (ETISA, 1993).

El sector necesidades de la población se ha construido teniendo en cuenta que la alimentación de las reses queda descrita en cantidad, por los Kilogramos de materia seca (KgMS), y en calidad, por las Unidades Forrajeras (UF) y Materias Nitrogenadas Digestibles (MND). En la estimación de las necesidades en volumen (necesidades en KgMS) se ha considerado que el ciervo tiene una capacidad de ingestión máxima diaria dependiente de su peso en vivo (Zamora, 1993; Pérez-Carral, 1997). Y, para obtener el peso vivo de la población, se ha asociado un peso medio a cada una de las clases definidas en el sector población de ciervos (Rodríguez Vigal, com.pers.). Para el análisis de las necesidades en UF y en MND se ha asociado a cada clase de ciervos, las necesidades medias a lo largo del ciclo (Caballero, 1985; Pérez-Carral, 1997), que sumadas resultan las necesidades mensuales de la población en energía y proteínas.

Por último, la vegetación se ha dividido en tres subsectores distintos. En el subsector KgMS (Figura 2) se han tomado las producciones mensuales por hectárea para cada tipo de alimento herbáceo calculadas en el sector clima, a las que se han asociado las hectáreas existentes, obteniendo así la oferta mensual en pastos herbáceos del medio. Por otra parte, se ha calculado la cantidad de KgMS mensuales necesarios a cubrir con pastos herbáceos como la diferencia entre las necesidades en KgMS de la población y un ramoneo mínimo siempre existente y se ha comparado con la oferta mensual en herbáceas del medio para cuantificar los KgMS no cubiertas con las herbáceas. Este valor, sumado al ramoneo mínimo, cuantifica el ramoneo total en KgMS producido en la finca al mes. Además se ha estimado la dieta de la población de ciervos, a través una definición de prioridades, meramente teórica, en la elección del alimento, que tiene en cuenta su fenología y palatabilidad (San Miguel, 1995). De esta forma, al comparar las ofertas mensuales de cada uno de estos alimentos en el orden establecido, con las necesidades mensuales en herbáceas a cubrir, queda definida la dieta.

Para la construcción de los subsectores UF y MND se ha tenido en cuenta la dieta de la población de ciervos en KgMS, la oferta de pastos herbáceos en KgMS y los factores de

conversión UF/KgMS y MND/KgMS para cada tipo distinto de vegetación. Relacionando estas variables se ha obtenido la contribución de cada tipo de vegetación en UF y MND, a la oferta y a la dieta. En el subsector UF queda también definida la variable pérdida o ganancia de peso de la población, a través de un índice fijo.

El usuario del modelo puede interactuar con el modelo en el nivel de presentación a través de una serie de variables: las tasas de caza (sector población de ciervos), el tipo de clima (sector clima), las hectáreas de los cultivos que se implantan (sector vegetación), y por último, la cantidad de tiempo que transcurre en la estimación de la evolución del sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado es un modelo preliminar (Martínez, 2001) donde quedan expresadas de manera cualitativa y cuantitativa, mediante diagramas, tablas y gráficas, las relaciones existentes entre elementos que conforman este sistema agroforestal. El modelo permite realizar simulaciones de tiempo variable, pudiendo establecer valores aproximados, o al menos tendencias, de los elementos que queramos estimar (como número de individuos, cantidad de ramoneo, pérdidas de peso de la población,...) en función de la gestión (hectáreas cultivadas y tasas de caza) y las condiciones climáticas supuestas.

Para mostrar la potencialidad del modelo, se expone un ejemplo práctico de simulación de seis años con las condiciones expuestas en la Tabla 1, que pueden ser fijadas por el usuario del modelo en el nivel de presentación del mismo. El resultado queda expresado en la Figura 3.

Entre el año uno y dos se observa una diferencia en la oferta de herbáceas tanto en cantidad como en calidad, a través de las diferentes tendencias en las curvas de oferta de KgMS y UF de pastos herbáceos. La población se mantiene más o menos estable, por lo que con las mismas necesidades de los ciervos y distinta oferta herbácea del medio se observa un incremento en UF no cubiertas con la dieta y un aumento en los KgMS ramoneados, lo que implica pérdidas de peso en los individuos de la población de ciervos y dificultades en la regeneración de la vegetación. En este período, el modelo permite cuantificar la influencia de las variaciones climáticas sobre la vegetación, la presión de las reses sobre el monte mediterráneo, y en último término, la dieta y la evolución de la población de ciervos.

La comparación de los años uno y tres muestra la influencia de la distinta oferta herbácea del medio en cantidad y calidad (en el año tres no se siembran cultivos), y cómo las

siembras suplen el ramoneo intenso que se produciría en el verano e invierno de un año con estas condiciones de clima y densidad de reses.

Por último, la simulación de la supresión de caza de los años cuatro, cinco y seis permiten ver el aumento exponencial del número de individuos que se produciría en la población de ciervos. Ante la misma oferta en cantidad y calidad de pastos herbáceos que en el año uno, se observa cómo el ramoneo y las UF no cubiertas con la dieta aumentan con la población, signo de degradación del monte y de la propia población.

CONCLUSIONES

El modelo preliminar propuesto muestra la potencia de los modelos como herramienta en la investigación, al realizar un planteamiento integral del sistema e identificar relaciones y datos poco conocidos; en la gestión, pues es un paso más hacia la generación de sistemas expertos para este tipo de actuaciones; y en la docencia, al permitir una fácil visualización de las relaciones entre elementos y de las repercusiones de una modificación en elementos del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLUÉ ANDRADE, J.L., 1990. Atlas fitoclimático de España. INIA, Madrid.
- CABALLERO, R., 1985. Hábitat y alimentación del ciervo en ambiente mediterráneo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA, Madrid.
- ETISA, 1993. Datos básicos para la elaboración de un plan de gestión de la población de ciervos en Los Quintos de Mora (Los Yébenes, Toledo). ICONA:Doc.no publicado. Madrid.
- MARTÍNEZ JAUREGUI, M., 2001. Modelización de un sistema agroforestal: el caso monte mediterráneo-población de ciervos en Los Quintos de Mora (Toledo). Proyecto fin de carrera. ETSI.Montes, Madrid. Doc. No publicado.
- OSORO, K.; MARTÍNEZ, A., 1994. Efecto de la presión de pastoreo y del porcentaje de pasto mejorado disponible en el rendimiento animal de ovinos y caprinos. Actas de la XXXIV Reunión científica de la SEEEP, pp.337-342. Santander.
- PÉREZ CARRAL, C., 1997. Ordenación silvopastoral del Monte Mediterráneo para la caza del ciervo. Bases biológicas y uso de sistemas de información geográfica. Aplicación al centro “Los Quintos de Mora” (Los Yébenes, Toledo). Tesis doctoral. ETSI.Montes, Madrid.

SAN MIGUEL, A., 1995. (Coord). Ordenación de los pastizales naturales y artificiales de los “Quintos de Mora” (Los Yébenes, Toledo) para la caza mayor. Departamento Silvopascicultura. UPM.Doc. No publicado.

SORIGUER, R.C.; FANDOS, P.; BERNALDEZ, E.; DELIBES, J.R., 1994. El ciervo en Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

ZAMORA, M., 1973. Aplicación al conocimiento de las posibilidades productivas del ciervo (*Cervus elaphus* L). Tesis doctoral. Fac. Veterinaria, Universidad de Córdoba.

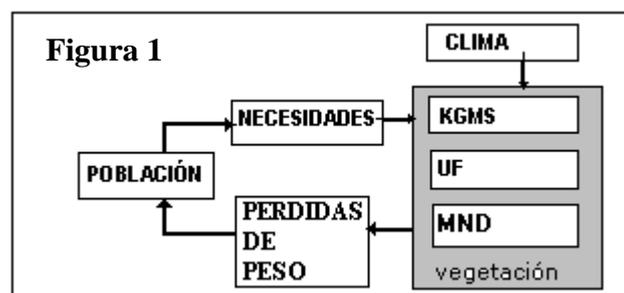
Tabla 1: Condiciones para la simulación del ejemplo práctico propuesto en la discusión del modelo

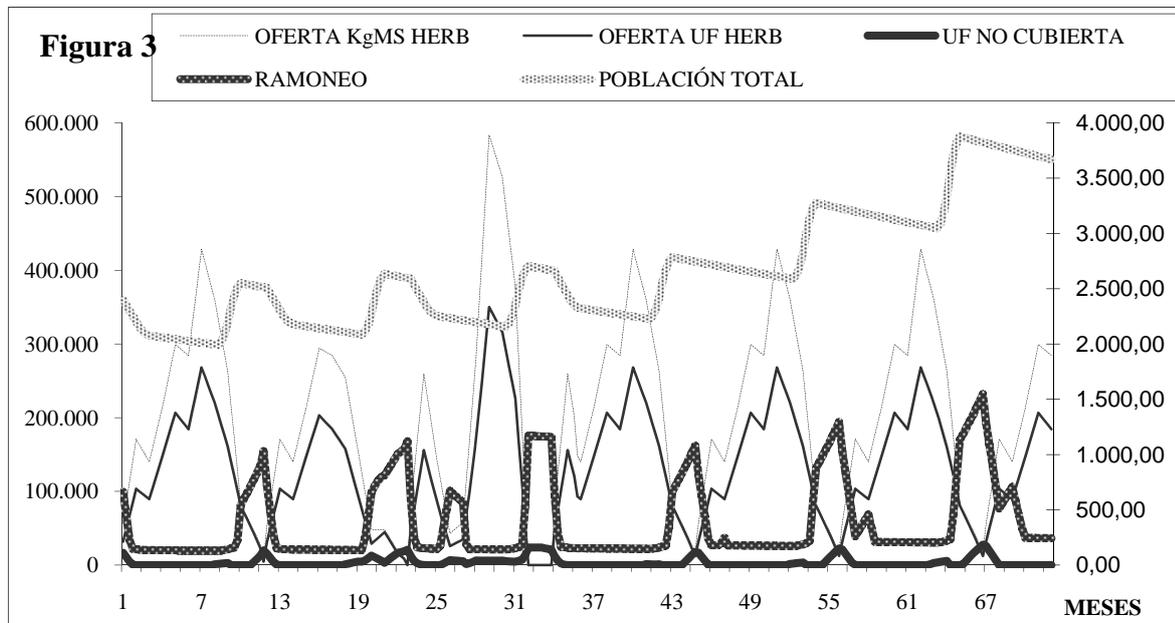
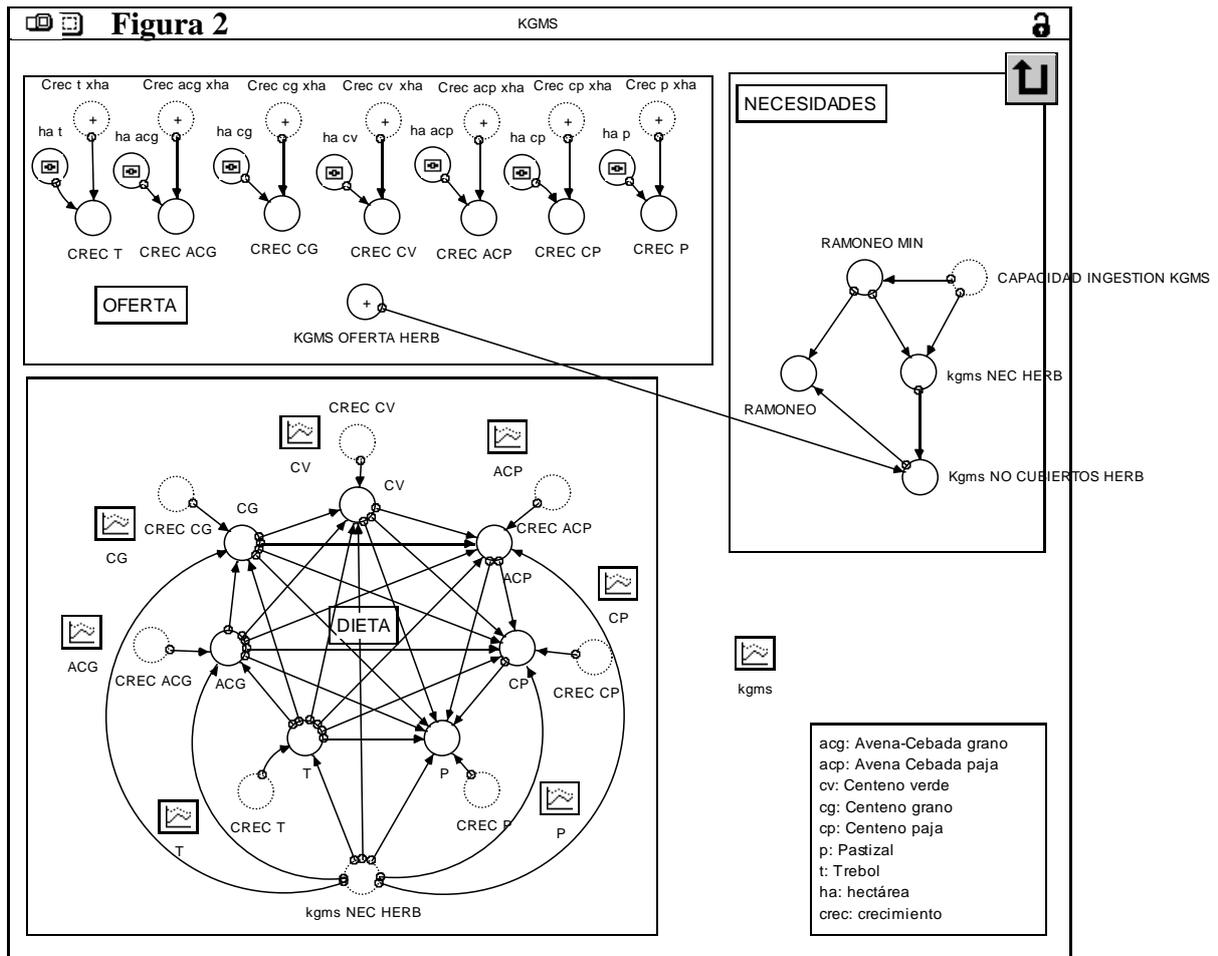
Año	Tipo Clima	Siembras	Tasas de caza
1	Normal	Según San Miguel, 1995	Según Pérez-Carral, 1997
2	Primavera mala	Según San Miguel, 1995	Según Pérez-Carral, 1997
3	Normal	No hay siembras	Según Pérez-Carral, 1997
4	Normal	Según San Miguel, 1995	Nulas
5	Normal	Según San Miguel, 1995	Nulas
6	Normal	Según San Miguel, 1995	Nulas

Figura 1: Esquema de los grandes sectores del modelo y sus relaciones cualitativas.

Figura 2: Variables que conforman el subsector KgMS del modelo (contribución en KgMS a la dieta de Avena Cebada grano (acg), Avena Cebada paja (acp), Centeno verde (cv), Centeno grano (cg), Centeno paja (cp), Pastizal (p), Trébol (t), producción durante el período de simulación de KgMS/ha del alimento i ($crec\ i\ x\ ha$), hectáreas del alimento sembrado ($ha\ (i)$), producción durante el período de simulación de KgMS del alimento i en la finca ($CREC\ i$)).

Figura 3: Representación gráfica de variables resultado de una simulación de seis años bajo las condiciones expresadas en la Tabla 1: Oferta de KgMS de pastos herbáceos; Oferta de UF de pastos herbáceos; UF no cubiertas con la dieta; Ramoneo total en la finca (KgMS); y Número de individuos de la población total (eje de coordenadas derecha).





AN AGROFORESTRY SYSTEM MODEL: MEDITERRANEAN FOREST-DEER POPULATION CASE IN “LOS QUINTOS DE MORA (TOLEDO)”

SUMMARY

A preliminary model of an agroforestry system: the mediterranean forest-deer population system has been developed with real data available from “Los Quintos de Mora” (Toledo). The model allows to forecast the system behaviour in a global and partial way (through different sectors). Good results have been obtained according to previous knowledge of the system.

The model application can be considered as an useful tool for educational and research purposes. It is also an approach to agroforestry expert management systems.

Key words: Simulation, population management, vegetation management.