

Aplicación del modelado dinámico con bases ecológicas “presa-predador”

Vulnerabilidad de los sistemas ganaderos extensivos en escenarios de sequía

Ing. Agr. Ph.D. Francisco Dieguez

Facultad de Veterinaria, Facultad de Agronomía, UdelaR

En términos generales, los modelos de simulación pueden ser herramientas útiles para la ayuda a la toma de decisiones. Se dice que “todos los modelos están equivocados... pero algunos son útiles”. Esto refleja dos conceptos importantes: el primero es que los modelos son una simplificación de la realidad, por lo que la realidad se sesga para entender algún proceso particular. Esto hace que dejemos forzosamente de lado algunos aspectos de la realidad, para priorizar otros.

Como cualquier herramienta, un modelo de simulación puede ser “bien” o “mal usado”... para un modelo, un mal uso es querer contestar algunas preguntas para las que el modelo no fue pensado. Eso da la utilidad de dichos modelos, que es la otra parte de la frase. Entonces un modelo útil será aquel que genere una respuesta satisfactoria a un problema o pregunta concreta.

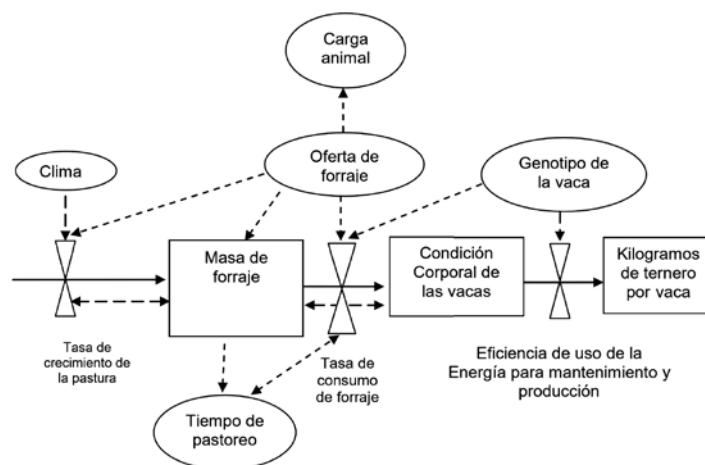
En el Instituto Plan Agropecuario se han realizado esfuerzos por modelar, desde diferentes ópticas, a la ganadería con base pastoril. Se presenta en este artículo los resultados de un modelo de simulación con bases económicas, útil para evaluar efectos del clima y de la carga sobre la performance animal.

Desarrollo de un modelo de simulación con bases ecológicas.

A partir del trabajo con técnicos del Instituto Plan Agropecuario, investiga-

dores del INIA y de la Universidad de la República, se generó un modelo de simulación, cuyo principal antecedente es el modelo MEGanE, disponible en la página web de la Institución². El nuevo modelo tiene algunas mejoras y ajustes, como la inclusión de un coeficiente de digestibilidad en función de la altura del pasto (más altura, menos digestibilidad de la pastura) y otros ajustes del consumo de pastura, que reflejan la lógica de “presa-predador”. Esta óptica permite aplicar modelos clásicos de ecología donde un predador (bovino) consume a una presa (pastura), pero en la ganadería. Este modelo de ganadería presa-predador, es en esencia un modelo matemático que considera simultáneamente el crecimiento de la pastura y el consumo de los animales, haciendo un balance forrajero diario y al mismo tiempo genera la respuesta animal (como ganancia diaria de peso). Esto es lo que se denomina un modelo

Figura 1. Modelo conceptual de la ganadería uruguaya (Ing. Pablo Soca).



Referencias:

Rectángulo: variable en que se mide el estado o nivel del sistema.

Línea continua: flujo de energía.

Línea punteada: regulación de flujo o feedback (que puede ser positivo o negativo).

Círculo: variable auxiliar influencia de la variable sobre el proceso o estado del sistema y del sistema (basado en Forrester 1995).

1 G. Box

2. <http://megane.planagropecuario.org.uy/>

de dinámica de poblaciones, donde una población de predador (kg de peso vivo/hectárea, por ejemplo) co-evolucionan con una población de presa (por ejemplo, kg de MS/hectárea o cm de altura del pasto como en nuestro caso). Una forma de representar estos modelos es mediante los diagramas de Forrester. A nivel nacional, el Ing. Pablo Soca plantea un modelo conceptual de la ganadería, indicando las principales relaciones y factores que afectan e inciden en los resultados productivos del sistema. La figura 1 presenta el modelo conceptual de la ganadería, según este autor.

En este tipo de diagramas (figuran 1) se entiende que la productividad de un animal está dada por la carga y el clima, además de factores genéticos de los animales y el manejo del pastoreo. La oferta de forraje (expresada por ejemplo en kg de MS/100 kg peso vivo) es una variable que sintetiza entonces la oferta (kg de MS) y la presión de pastoreo (kg totales de peso vivo) reguladas por la carga o dotación animal.

Considerando este tipo de representaciones de un modelo conceptual -y didáctico- de la ganadería, es que se pueden desarrollar simulaciones, siempre y cuando se llegue a “darle vida” al modelo estático (como el de la figura 1) para hacer un modelo de simulación. Esto implica desarrollar ecuaciones que capten las interacciones entre los componentes del sistema. El modelo presa-predador desarrollado puede ser expresado con un diagrama causal de Forrester, como el que se presenta en la figura 2.

Como se observa en la figura 2, las variables de estado del sistema (en los rectángulos caja llamados “peso vivo” y “altura del pasto”) se relacionan por el consumo animal. Por su parte, la variación de peso de los animales está afectada por el peso vivo del animal y la oferta de forraje; al mismo tiempo, la altura del pasto (oferta de forraje) está afectada por su tasa de crecimiento y el propio volumen remanente de pastura.

Repasando el modelo conceptual de la ganadería de cría presentado por el Ing. Soca (figura 1), los resultados esperables de producción de carne en función de la asignación de forraje (en kg MS/100 kg de peso vivo) presentan una respuesta con un



Foto: Plan Agropecuario

Figura 2. Diagrama causal del modelo presa-predador de ganadería desarrollado.



máximo, como se presenta en la figura 3.

En la figura 3 se presenta la respuesta en ganancia de peso individual de los animales, expresada en función de: 1) la Oferta de forraje (en kg MS/hectárea), 2) la Asignación de forraje (como kg MS/100 kg peso vivo), y 3) Altura del pasto (en cm). En la situación presentada en esta figura se tuvo en cuenta otros parámetros del sistema, como lo son animales adultos de 380 kg de peso vivo, una dotación de 0,75 Unidades ganaderas/hectárea y otros aspectos de la pastura como una densidad de 300 kg de MS/cm/hectárea, con digestibilidad de la pastura promedio de 65%, y con una tasa de utilización de pasturas

de 50% de lo ofrecido.

Con respecto al clima, se consideró un “coeficiente climático” (ver parámetro coefClima que afecta a la tasa de crecimiento del pasto, en la figura 2). Este coeficiente representará una situación de crecimiento de un trimestre promedio del campo natural. Cabe destacar que este coeficiente climático tomó un valor de 1,00 en los resultados presentados en la figura 3. Este coeficiente puede ser considerado como un porcentaje de reducción o incremento del crecimiento promedio del campo natural. Por ejemplo, valores de 0,5 quieren decir un 50% del crecimiento promedio del campo (situación

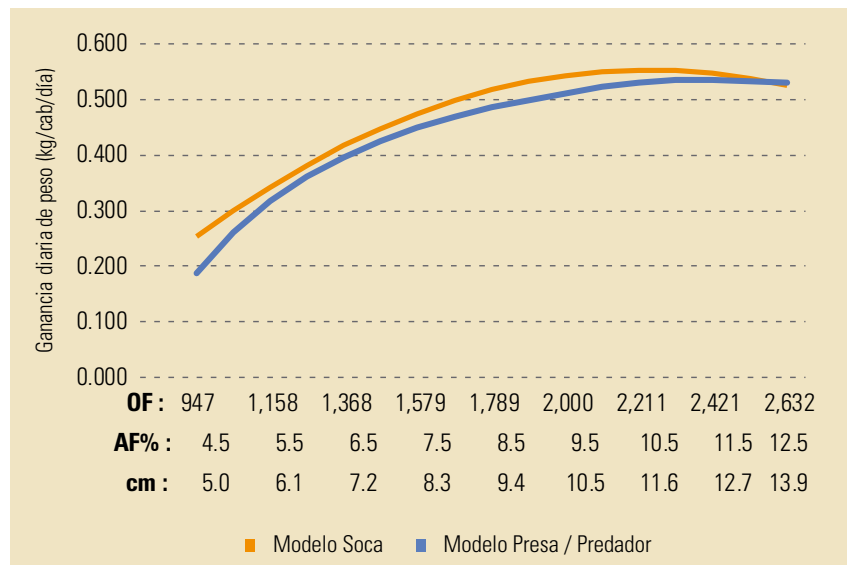
de déficit forrajero) para una región del país, mientras que (también como ejemplo) un coeficiente climático que tome un valor 1,5 representan 150% del crecimiento promedio del campo natural (situación de exceso de crecimiento del pasto con respecto al promedio).

Para generar la respuesta presentada en la figura 3, se considera que estos parámetros (peso vivo, carga, densidad y digestibilidad de la pastura) son “normales” o frecuentes en sistemas ganaderos basados en campo natural. Como se observa en la figura 3, los resultados de ambos modelos son coincidentes, lo que permite establecer cierto grado de confianza en el modelo de simulación presa-predador desarrollado. Con este tipo de modelo dinámicos, como es el modelo presa-predador, se pueden realizar simulaciones cambiando las situaciones iniciales mediante escenarios. Nos interesa particularmente representar escenarios de crisis forrajera en dos momentos claves del año como son el otoño y la primavera.

Resultados de simulaciones en escenarios de crisis forrajera

Se presenta a continuación resultados de simulación con el modelo presa-predador descrito anteriormente. Es necesario aclarar que las simulaciones realizadas tienen el alcance de “una estación, una categoría, un potrero”, asumiendo

Figura 3. Relación de la ganancia de peso individual con respecto a la oferta de forraje, con tres formas de expresarla: OF: Oferta de forraje, AF%: Asignación de forraje, cm: Altura del pasto.



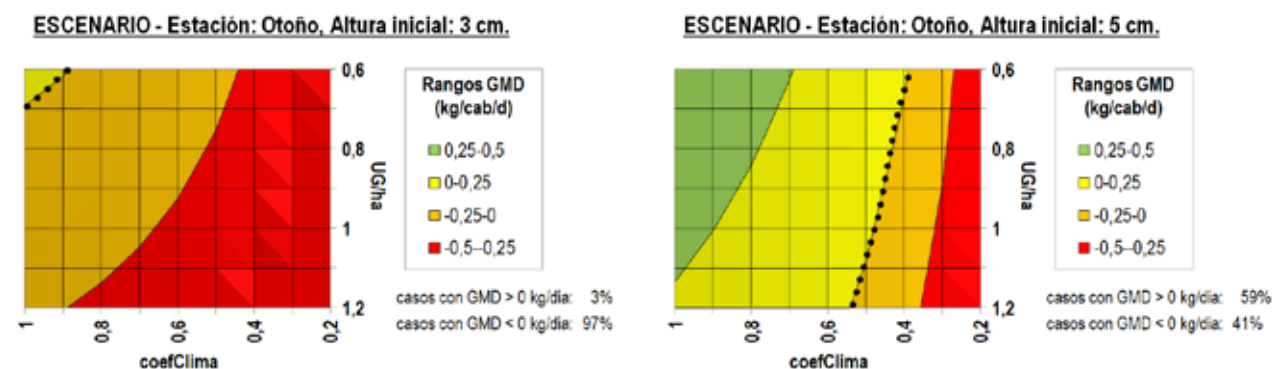
un lote de animales uniforme y sanos, con baja heterogeneidad en las pasturas dentro del potrero, es decir que el valor de la altura del pasto es representativa de todo el potrero (por ejemplo, no hay doble estrato de pastura).

Las simulaciones se realizaron variando dos parámetros clave: uno interno regulado por el productor como es la carga animal (en Unidades ganaderas/hectárea, yendo de valores de 0,6 a 1,2 Unidades ganaderas/hectárea) y otro externo, representado un clima desfavorable para

el crecimiento de las pasturas, mediante la manipulación del “coeficiente climático” (o coefClima) con valores menores a 1 (yendo de valores de 0,2 a 1 en este parámetro). La figura 4 presenta los resultados de la ganancia diaria de peso de vacas adultas, con combinaciones de diferentes dotaciones animales y coeficientes climáticos en los rangos antes mencionados.

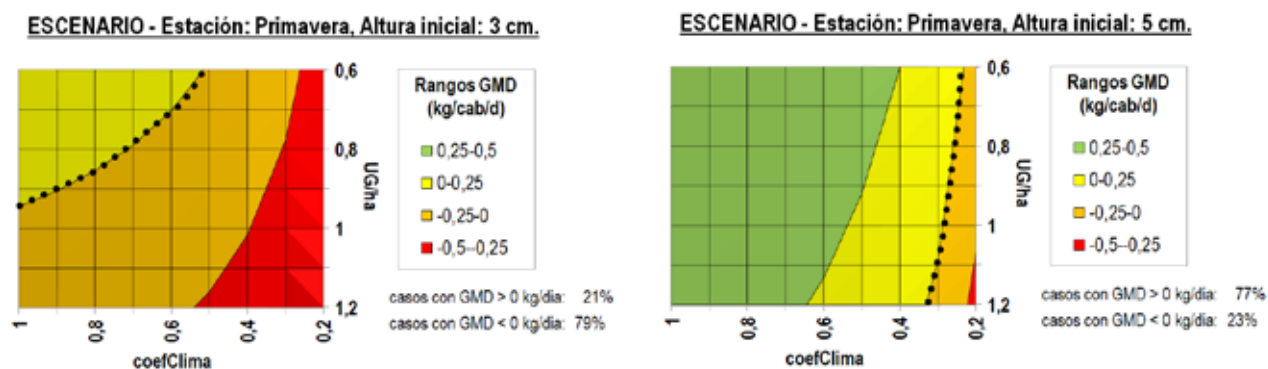
Las figuras 4 y 5 muestran la ganancia de peso individual (kg/cabeza/día) considerando combinaciones del “coeficiente climático” y la dotación (en UG/hectárea).

Figura 4. Resultado de las simulaciones de otoño, variando el coeficiente climático y la dotación animal, para 3 cm (izquierda) y 5 cm (derecha) de altura inicial de la estación.



En las figuras 4 y 5, las zonas verdes corresponden a situaciones de ganancias peso moderadas, mayores a 250 gramos/día. Las zonas amarillas corresponden a situaciones de mantenimiento de peso de los animales con ganancias moderadas (entre 0 y 250 gramos/día). Las zonas color naranja corresponden a situaciones de pérdida de peso (entre 0 y -250 gramos/día). Las zonas rojas corresponden a situaciones de altas pérdidas de peso, de entre -500 y -250 gramos/día. La línea punteada indica el límite en que los animales pasan de ganar a perder peso (línea de mantenimiento).

Figura 5. Resultado de las simulaciones de primavera, variando el coeficiente climático y la dotación animal, para 3 cm (izquierda) y 5 cm (derecha) de altura inicial de la estación.



Simulaciones de otoño.

Se realizaron simulaciones con dos alturas iniciales: 3 cm (gráfica izquierda) y 5 cm (gráfica derecha), durante los 92 días de la estación (empezando el 21 de marzo).

En las simulaciones de otoño (figura 4), se observa que la altura inicial de 3 cm genera escenarios en que casi la totalidad de las situaciones son críticas para el mantenimiento de peso de los animales. Aún con un clima “normal” (tasa de crecimiento del pasto promedio, coefClima=1) se mantiene peso con una carga de 0,6 Unidades ganaderas/hectárea. Bajas tasas de crecimiento de la pastura generan situaciones aún más críticas. Solo 3% de los escenarios generados presentan ganancias de peso superiores al mantenimiento, entre 0 y 250 gramos/día.

El escenario de altura inicial con 5 cm genera mayor margen para ganancia de peso. Aún con cargas relativamente elevadas para la estación (por ejemplo 0,8 UG/hectárea) pueden existir ganancias moderadas de peso aún con deficiencias de crecimiento de pasturas. Aproximadamente 60% de los escenarios generados presentan situaciones de ganancias de peso mayores al mantenimiento.

Simulaciones de primavera.

Al igual que las simulaciones de otoño, se realizaron escenarios con dos alturas iniciales: 3 y 5 cm, durante los 92 días de la estación (empezando el 21 de setiem-

bre). El resultado de estos escenarios se presenta en la figura 5.

En las simulaciones de primavera (figura 5), se observa que la altura inicial de 3 cm genera también más situaciones de ganancias de peso inferiores al mantenimiento (0 kg/cabeza/día): aproximadamente 80% de los escenarios caen en esta situación. Asimismo, las situaciones de ganancia de peso no llegan a superar los 250 gramos/día. Para una tasa de crecimiento de la mitad del promedio de la estación (déficit grave de forraje) genera pérdidas de peso entre 0 y 250 gramos, aún con dotaciones bajas, como por ejemplo 0,6 Unidades ganaderas/hectárea.

En escenarios con mayor oferta de forraje inicial (5 cm) genera resultados con notoriamente mayores ganancias de peso aún con alto déficit forrajero. El sistema genera situaciones de mantenimiento de peso, aún con crecimientos del pasto inferiores a 40% del promedio para esa estación. Contrariamente a los escenarios con altura inicial de 3 cm en esta estación, casi 80% de los resultados generados son de ganancias de peso positivas, mayormente con resultados de ganancia de peso entre 250 y 500 gramos/día.

Para concluir

Entonces, según las simulaciones realizadas, la altura inicial del pasto es el principal factor para lograr mantenimiento de peso del rodeo de cría. Con una altura de

al menos 5 cm puede “pasarse un otoño” con mayor posibilidad de mantener o ganar peso moderadamente aún con cargas superiores a 0,8 Unidades ganaderas/hectárea y para deficiencias en el crecimiento del pasto de hasta 50% del promedio de productividad de la pastura de esta estación. En primavera, si bien es de esperar altas tasas de crecimiento de la pastura y altas cargas animales, la altura inicial sigue condicionando en gran manera la ganancia de peso de los animales. Estos resultados indican que tener “un colchón” de pasto al inicio de cualquier estación, es esencial para amortiguar los efectos de deficiencias de crecimiento de las pasturas, como ocurre en períodos de sequía prolongada. Es importante recordar que las simulaciones realizadas tienen el alcance de una estación, para una categoría en un potrero, por lo que las alturas de forraje remanente en algunos casos son insuficientes para mantener peso en la siguiente estación, se asume que hay al menos otro potrero en el sistema dónde poner los animales.

Este tipo de simulaciones reafirma algunos conceptos de la ganadería nacional, como el ajuste de la asignación de forraje para modular la ganancia de peso de los animales, pasando de un modelo conceptual a una propuesta de resultados cuantitativos, para evaluar opciones de manejo en diferentes escenarios climáticos. ●