

# SIMULACION DEL CONSUMO Y DEL COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE OVINOS Y VACUNOS EN PASTOREO MIXTO SOBRE CAMPO NATURAL.

Heinzen, M.<sup>(1)</sup>; Aguilar, C.<sup>(2)</sup>

## SUMMARY

*A simulation model was developed to predict herbage intake and grazing behavior of cattle and sheep grazing together on a heterogeneous sward. The model works in a 1 ha basis and simulates how sward characteristics affect the herbage intake and grazing behavior of animals. Sward components were considered in both horizontal and vertical spacial distribution of forage quality and quantity. Horizontally, the pasture was divided into 40 equally sites which represented a continuous distribution of sward height, dry and green matter availability. Vertically, the sward was divided into 4 layers, each of which varied in forage quality and quantity. Theory and available knowledge about grazing strategies of animals of different size were considered. The model had a good performance and results of validation trial indicated that intake rate was the main variable affecting herbage intake but more information is required about factors affecting grazing time.*

*Key words: simulation, mixed grazing, herbage intake, grazing behavior.*

*Palabras claves: simulación, pastoreo mixto, consumo, comportamiento de pastoreo.*

## INTRODUCCION

La heterogeneidad de los sistemas de pastoreo mixto sobre campo natural permite que ovinos y vacunos manifiesten cierto grado de complementariedad en sus estrategias de pastoreo (1), lo que resulta en diferencias en la calidad y cantidad de forraje consumido (2). La naturaleza del consumo en pastoreo limita las posibilidades de experimentación y la obtención de mediciones ajustadas (3), por lo que la simulación es una herramienta valiosa para formular hipótesis, definir prioridades de investigación o evaluar prácticas de manejo.

Con el objetivo de estimar el consumo y el comportamiento ingestivo de ovinos y vacunos pastoreando juntos campo natural, se desarrolló un modelo de simulación predictivo, dinámico y estocástico (4).

## MATERIALES Y METODOS

Se contó con una base de datos proveniente de un proyecto, conducido durante 3 años, en la E.E.M.A.C. (Facultad de Agronomía, Uruguay) (5) sobre una pastura nativa de ciclo primavero-estival, manejada en pastoreo rotativo (7 días de ocupación) entre 6 parcelas. La información experimental (materia seca total/ha (MST) y verde disponible (MV; kg/ha), altura del forraje (AF; cm), cantidad de forraje en 4 estratos verticales en el tapiz, tasa de crecimiento de la pastura (TCF; kg MS/ha/día), proporción de áreas no pastoreables (ANP; %), contenido de cenizas y digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DivMO)) permitió definir

(1) E.E.M.A.C. Facultad de Agronomía. Universidad de la República (Uruguay).

(2) Departamento de Zootecnia. Pontificia Universidad Católica de Chile.



la variabilidad espacial de la vegetación, en términos de calidad y cantidad.

El modelo se construyó a nivel de tasa de consumo horaria (TCH), tiempo de pastoreo (TP) y elección del sitio de pastoreo en base a tres escalas temporales: hora, día y período de pastoreo (7 días).

#### Variabilidad espacial de la cantidad y calidad de forraje.

Cada una de las 6 parcelas del experimento original, fue subdividida en 40 sitios de igual tamaño, descontándose el ANP del área total. La variabilidad horizontal de las áreas pastoreadas fue simulada mediante una función continua de distribución normal (4) para las variables MST, MV y AF.

Verticalmente el tapiz fue dividido en los 4 estratos experimentales (0-2.5; 2.5-5; 5-7.5 y más de 7.5 cm), en términos densidad (kg MS ó MO/ha/cm) por estrato.

El modelo estima la calidad de la pastura a través de la DivMO, como categoría discreta. La información experimental considera variabilidad vertical, variaciones entre estaciones y debidas a manejo previo del campo.

#### Estimación de TCH y TP.

En el modelo se consideró una tasa máxima de consumo horaria (TMC = 5.5 g MO/kg PV/h; 7) limitada, en primera instancia, por la altura del tapiz y luego corregida por la densidad y digestibilidad del estrato pastoreado.

La tasa de consumo potencial es ajustada por la AF mediante factores de reducción diferenciales para cada especie:

$$FALTVAC = 1.0 - ((1.0 - 0.1)/(h_{max} - h_{min})^2) * (h_{max} - h_s)^2$$

$$FALTOV = 1.0 - ((1.0 - 0.15)/(h_{max} - h_{min})) * (h_{min} - h_s)$$

donde:

FALTVAC y FALTOV: Factores de corrección de la tasa de consumo de vacunos y ovinos respectivamente.

$h_{max}$  = Altura por encima de la cual, sucesivos aumentos no aumentan el consumo (16 cm y 12 cm para vacunos y ovinos, respectivamente).

$h_{min}$  = Residuo no pastoreable por el animal (1.5 ó 4 cm, según especie y altura del sitio).

$h_s$  = altura del sitio en pastoreo.

Los diferentes rangos de alturas máximas y mínimas y de mínimo consumo, buscan representar el mejor comportamiento de los animales de menor tamaño sobre pasturas cortas (1).

Para la corrección por calidad de la pastura, se elaboró un índice de selección (IS) (9), que pondera la

digestibilidad del horizonte pastoreado (DIGEST) para determinar la digestibilidad del material consumido (DGC). El IS ajusta DIGEST entre 80% y 40-45% para vacunos y ovinos respectivamente. En el límite superior IS toma el valor mínimo: 1 en vacunos y 1.04 en ovinos (2). En el otro extremo, se mantiene la superioridad del ovino, tomando los los valores máximos (1.25 para vacunos y 1.29 para ovinos).

Luego de calculada la TCH, se verifica la densidad del estrato pastoreado a través de una relación inversa entre altura y densidad.

El primer ajuste de TP en función de AF, sobre una base diaria, determina el número de intervalos durante los cuales va a iterar el modelo. Posteriormente, TP se ajusta en base a la relación verde/seco en la pastura. Las ecuaciones son las siguientes:

$$\text{Ovinos (h/día)} \quad TP = 13.77 - 0.444 * hp$$

$$\text{Vacunos (h/día)} \quad TP = 11.64 - 0.182 * hp$$

donde:

hp = altura promedio de la parcela.

#### Elección del sitio de pastoreo

Se asumió en cada parcela un sitio base (8) diferente para cada especie, desde el cual comienza el pastoreo cada día y al cual se retorna al alcanzar el consumo máximo o completar el TP estimado. Luego de realizado cierto consumo en el intervalo, el animal "resuelve" si continua pastoreando en el mismo sitio o se cambia a uno adyacente, según una serie de restricciones respecto a la AF o TCH mínimas definidas para cada especie y a la AF relativa de los demás sitios. Una vez verificadas estas restricciones, se permite que el animal «decida» si permanece en el sitio, a través de una distribución uniforme de probabilidad.

#### Crecimiento de la pastura

La AF remanente se utiliza como indicador de la capacidad de crecimiento luego del pastoreo (10). Soca *et al.* (1992;5) sugieren que para la comunidad bajo estudio, la máxima TCF se alcanzaría entre 5 y 7 cm de altura del rechazo. Fuera de este rango, el modelo actualiza la TCF en función de la altura del residuo no pastoreado (hr), según la fecha de simulación y la presión de pastoreo real:

Si  $hr < 5$

$$TCR = TCF * (hr * 0.2)$$

Si  $hr > 7$

$$TCR = TCF * (1.389 - 0.055 * hr)$$

donde:

TCR = Tasa de crecimiento real



## RESULTADOS Y DISCUSION

Se compararon los resultados de la simulación con resultados de 7 períodos de pastoreo de la comunidad *Agrostis-Festuca*, del experimento de Hodgson *et al.*, (1991;2) ya citado. Las medias de los valores experimentales y simulados, se compararon por una prueba t (11) y se analizó la concordancia de ambos grupos de valores con una prueba t para  $\beta$ .

Las condiciones iniciales de simulación fueron las señaladas en la metodología del experimento (2). Para cada período, se utilizaron la MST, AF y MV del trabajo original, mientras que la distribución vertical del forraje, la DivMO y la TCF fueron estimadas por el modelo.

Los consumos de MO y MOD/día de vacunos y ovinos, la TCH y el TP promedio para los 7 períodos experimentales fueron estadísticamente iguales ( $P < 0.05$ ) (Cuadro N°1).

Existieron diferencias ( $P < 0.05$ ) para consumo diario (gMO y g MOD/día) y TCH en vacunos y para consumo de MO en ovinos para 1 período, en el cual la pastura presentaba la mayor densidad, derivada de una baja altura del tapiz (3.5 cm) y alta disponibilidad (3400 kg/ha), lo que determinó una reducida profundidad de pastoreo.

El TP fue la variable que presentó mayores diferencias dentro de períodos y el menor ajuste por regresión ( $r^2 = 0.60$  y  $0.63$  para vacunos y ovinos respectivamente).

Los resultados del modelo fueron iguales estadísticamente ( $P < 0.05$ ) para 5 de los 7 períodos para ambas especies. La mayor diferencia se presentó en el otoño (499 vs. 593 y 480 vs. 608 minutos/día para vacunos y ovinos, respectivamente), caracterizado por elevada altura (16.2 cm), pero baja relación verde/seco (50%). Mientras los animales experimentales aumentaron el TP, el modelo no alcanzó el límite inferior establecido por la proporción de MV. Por el contrario, el período de primavera-verano presentaba alta proporción de MV (78.6%), pero alturas (12.8 cm) que se encontraban en el rango de reducción del modelo.

Los datos experimentales y simulados de consumo diario, ajustados por regresión, fueron iguales estadísticamente ( $P < 0.05$ ), pero el ajuste fue superior para ovinos ( $r^2 = 0.94$ ) que para vacunos ( $r^2 = 0.77$ ). El buen ajuste obtenido para TCH (Figura N°1), confirma su relevancia en la determinación del consumo diario, cuyo ajuste no fue afectado por la menor precisión del TP.

## CONCLUSIONES

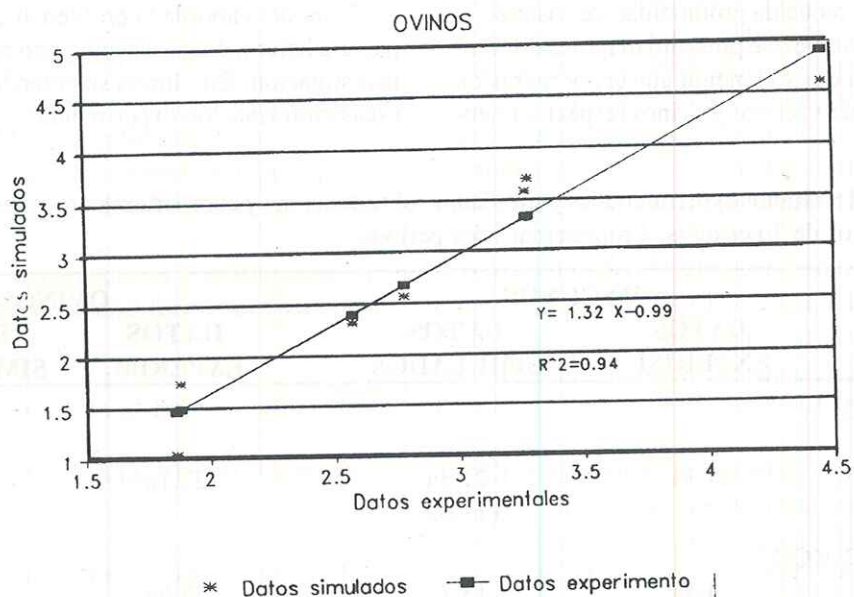
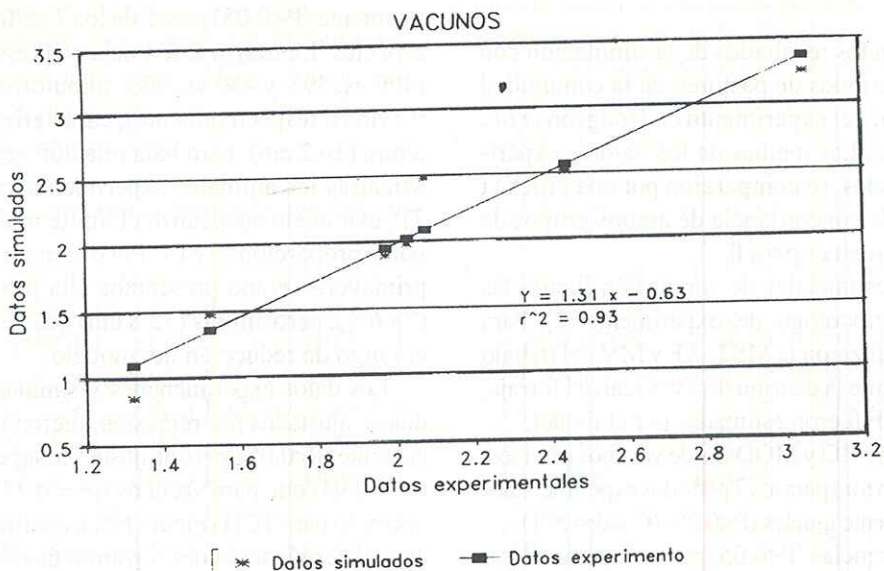
El modelo aborda la problemática del consumo en pastura heterogénea, aspecto poco contemplado por la investigación. Esto limita su potencialidad debido a la escasa información experimental existente.

**Cuadro N°1:** Resultados experimentales y simulados sobre consumo y comportamiento ingestivo para vacunos y ovinos. Promedios de 7 períodos. 4 repeticiones por período.

	VACUNOS		OVINOS	
	DATOS EXPERIM.	DATOS SIMULADOS	DATOS EXPERIM.	DATOS SIMULADOS
CONSUMO DIARIO (gMO/kgPV)	21.3a	21.3a	32.1a	25.4a
DESVIO		( $\pm 1.02$ )		( $\pm 2.29$ )
CONSUMO MOD (g/kg/día)	14.4a	13.7a	22.6a	17.3a
DESVIO		( $\pm 1.09$ )		( $\pm 2.19$ )
TASA DE CONSUMO (g/kg/h)	2.06a	2.07a	2.87a	2.80a
DESVIO		( $\pm 0.079$ )		( $\pm 2.21$ )
TIEMPO PASTOREO (min./día)	569.0a	570.3a	594.0a	569.4a
DESVIO		( $\pm 4.1$ )		( $\pm 9.9$ )

Desvío = Desvío estandar; MOD: Materia Orgánica Digestible; DATOS EXPERIM.= Datos Experimentales.

Letras iguales en la fila no difieren significativamente  $P < (0.05)$



**Figura N°1:** Ajuste por regresión de tasa de consumo horario de vacunos y ovinos (gMO/kg/h) entre datos experimentales y simulados.

El desarrollo del modelo a nivel de TCH y TP permitió representar los mecanismos que están operando, así como detectar áreas con insuficiente cuantificación, logrando buena predicción de las variables de interés. La estimación de la calidad a través de funciones continuas podría ser de interés.

La compleja naturaleza del problema exigió cierto grado de arbitrariedad, como las decisiones de tamaño y número de sitios por parcela. El supuesto de comportamiento grupal, también puede ser discutible.

La descripción de la dinámica de la pastura es el elemento clave del modelo. La separación de las áreas



de pastoreo y no pastoreo permite simular el aumento de la presión de pastoreo, que se produce a medida que aumentan las áreas rechazadas. La disponibilidad o altura promedio de un tapiz no son suficientes para representar la cantidad de forraje disponible para el animal. En el modelo, la distribución espacial del material afecta la tasa de consumo porque enfrenta al animal a un escenario cambiante, que impone restricciones antes que operen los mecanismos de regulación física.

El modelo logra integrar escalas temporales y espaciales de diferente magnitud, lo que contribuye a la comprensión del proceso y al enfoque de la investigación en el área. Las decisiones a nivel de potrero y poblaciones de animales, deben resolverse a niveles jerárquicos inferiores, de forma de manejar las variables en términos de relaciones causales.

### AGRADECIMIENTOS

Al Servicio de Intercambio Académico Alemán (DAAD) por el financiamiento del trabajo y al Ing. Agr. Pablo Soca y a Ana Espasandín por haber aportado los datos de pasturas.

### BIBLIOGRAFIA

1. Hanley, T.A. The Nutritional Basis for Food Selection by Ungulates. *J. of Range Management*, 35(2):146-151, 1982.
2. Hodgson, J.; Forbes, T.D.A.; Armstrong, R.H.; Beat- tie, M.M. y Hunter, E.A. Comparative Studies of the Ingestive Behaviour and Herbage Intake of Sheep and Cattle Grazing Indigenous hill Plant Communities. *J. of Applied Ecol.* 28:205-227, 1991.
3. Elsen, J.M.; Wallach, D.; Charpentreau, J.L. The Calculation of Herbage Intake of Grazing Sheep: A Detailed Comparison Between Models. *Agric. Systems* 26:123-160, 1988.
4. Aguilar, C. y Cañas, R. Simulación de sistemas: Aplicaciones en producción animal. En: *Simulación de Sistemas Pecuarios*. Ruiz, M.E. ed. RISPAL. 189-283, 1992.
5. Soca, P.; Apezteguía, E.; Bentancur, O.; Orcasberro, R.; Piaggio, L.; Rinaldi, C. y Espasandín, A. Evaluación de una Cobertura de Lotus con Vacunos en Crecimiento bajo Distintas Presiones de Pastoreo. Informe de avances 1991-1992. 25p. Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria. Uruguay. (mimeog.), 1992.
6. Arias, J.E.; Dougherty, C.T.; Lauriault, L.M.; Cornelius, P.L. and Bradley, N.W. Structure of Tall Fescue Swards and Intake of Grazing Cattle. *Agron. J.* 82:545-548, 1990.
7. Seman, D.H.; Freere, M.H.; Stuedemann, J.A. and Wilkinson, S.R. Simulating the Influence of Stocking Rate, Sward Height and Density on Steer Productivity and Grazing Behavior. *Agric. Systems* 37:165-181, 1991.
8. Silva, J. Modelo de Simulación para el Estudio del Manejo de Sistemas Pastoriles de Cría Ovina. Tesis Mag. Sc. en Producción Animal. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 181 p., 1983.
9. Gordon, I.J. and Lascano, C. Foraging Strategies of Ruminant Livestock on Intensively Managed Grasslands: Potential and Constraints. Proceedings of the XVII International Grasslands Congress. 8-21 February 1993. New Zealand. 681 -690, 1993.
10. Parsons, A.J. and Penning, P.D. The Effect of the Duration of Regrowth on Photosynthesis, Leaf Death and the Average Rate of Growth on a Rotationally Grazed Sward. *Grass and Forage Sci.* 43:15-27, 1988.
11. Steel, D. y Torrie, H. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Mc Graw Hill. Interamericana de Mexico. 1988.