

## Desarrollo y ajuste en campo de un modelo de simulación para cálculo y evaluación de requerimiento mineral en ganado bovino de carne mantenido sobre Pastizal nativo

Development and adjustment in the field of a simulation model for calculating and evaluating the mineral requirement in beef cattle maintained on native grasslands

Desenvolvimento e adequação em campo de um modelo de simulação para cálculo e avaliação da exigência mineral em bovinos de corte mantidos em campo nativo

Ocampos DA<sup>1</sup> Paniagua Alcaraz PL<sup>1</sup>, Tobal CF<sup>2</sup>, Portillo G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Km. 11, Asunción Paraguay.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de la Pampa. Calle 5 esq. 116. General Pico, La Pampa, Argentina.

Correo electrónico: [docampos@agr.una.py](mailto:docampos@agr.una.py)

DOI: <https://doi.org/10.19137/cienvet202325201>

Fecha de recepción: 20 de Agosto de 2022

Fecha de aceptación: 03-04-202

---

### *Resumen*

Con el objeto de desarrollar un modelo de simulación que compagine los diferentes algoritmos matemáticos de base biológica empleados para el cálculo de necesidades de minerales en bovinos de carne se ha recopilado información teórica bibliográfica tendiente a sentar las bases para el mismo. El modelo fue desarrollado en entorno Excel con ayuda de macros Excel. En el mismo fueron evaluados dos formulaciones de suplementación mineral, sal mineral simple y sal proteinada, para animales bovinos de +-290 kg de peso vivo mantenidos sobre pastizal nativo, con el fin de validar el modelo. Tanto la sal mineral como la sal proteinada manifestaron deficiencias para cubrir el requerimiento de macrominerales, principalmente fósforo, con un faltante de 56% promedio, en el caso de los microminerales, todos ellos fueron cubiertos y manifestaron



excesos en la oferta, principalmente Fe y Mn, tanto para la sal mineral como para la sal proteinada. En cuanto a las simulaciones de ganancia diaria de peso el software arrojó en ambos casos resultados con menores ganancias diarias de peso que las obtenidas en la práctica, con una diferencia del 12%.

**Palabras Claves:** Simulación, Minerales, Bovino, Calcio, Fosforo

### *Abstract*

In order to develop a simulation model that reconciles the different biological-based mathematical algorithms used to calculate mineral requirements in beef cattle, bibliographic theoretical information has been compiled to lay the foundations for it. The model was developed in an Excel environment with the help of Excel macros. Two mineral samples were evaluated, simple mineral salt and protein salt for beef cattle. For validation were employed beef cattle with +/-290 kg body weight maintained on native pasture. Both, the mineral salt as the protein salt showed deficiencies to cover the mineral requirement of macro minerals, mainly phosphorus with a shortfall of 56 % in average. In the case of the trace minerals they were all covered sufficiently and expressed excesses principally in Fe and Mn, both for the mineral salt and for the protein salt. As for the simulations of daily weight gain, the software yielded results in both cases with lower daily weight gains than those obtained in practice, with a difference of 12%.

**Key Words:** Simulation, Minerals, Bovine, Calcium, Phosphorous

### *Resumo*

Para desenvolver um modelo de simulação que combine os diferentes algoritmos matemáticos de base biológica usados para calcular as necessidades minerais em bovinos de corte, informações teóricas bibliográficas foram compiladas para estabelecer as bases para isso. O modelo foi desenvolvido em ambiente Excel com o auxílio de macros Excel. Nele, foram avaliadas duas formulações de suplementação mineral, sal mineral simples e sal proteico, para bovinos de +-290 kg de peso vivo mantidos em pastagem nativa, a fim de validar o modelo. Tanto o sal mineral quanto o sal proteico apresentaram deficiências para suprir a necessidade dos macrominerais, principalmente o fósforo, com déficit de 56% em média, no caso dos microminerais, todos foram atendidos e apresentaram excessos na oferta, principalmente Fe e Mn, tanto para o sal mineral quanto para o sal proteico. Com relação às simulações de ganho de peso diário, o software apresentou resultados em ambos os casos com ganhos de peso diários inferiores aos obtidos na prática, com uma diferença de 12%.

**Palavras-chave:** Simulação, Minerais, Bovinos, Cálcio, Fósforo

## Introducción

Una empresa es eficiente técnicamente, si con la cantidad de recursos utilizados, logra obtener la máxima producción posible, la ineficiencia técnica es producida por un uso excesivo de recursos para un nivel de producción determinado.

La eficiencia distributiva o eficiencia de asignación de recursos corresponde en términos simples a la elección del momento, la cantidad y la proporción de recursos que deben utilizar la empresa para cumplir con su objetivo propuesto. La verdadera eficiencia económica surge de la combinación de los dos elementos anteriores.

El análisis y la toma de decisiones se puede ver facilitada por diferentes herramientas, entre ellas los modelos de simulación y el objetivo principal lo constituye poder obtener a través de ellos información cuantitativa que permita tener una visión holística de la empresa o negocio ante las diferentes alternativas mercadológicas o escenarios de manera de ampliar las posibilidades de mejora en la rentabilidad de los sistemas productivos.

El enfoque de sistemas es un instrumento conceptual, aplicable al análisis de la situación y problema de la ganadería de cría en campos de pastizal en la región oriental, como también a futuro en la orientación de las actividades de experimentación y generación de tecnologías.

Un modelo se diseña y construye con el propósito de entender, explicar o mejorar el funcionamiento del sistema real que está representando. Lo esencial del modelo será entonces, que alcance el objetivo para el cual se construyó pasando a ser su estructura algo secundario.<sup>(1)</sup>

La modelación, es una metodología para resolver problemas, mediante la cual, un investigador construye un modelo que representa un objeto o sistema real. Siendo una metodología, al aplicarla, se debe hacer una equiparación entre el marco teórico que aporta la metodología y la estructura del problema a resolver.<sup>(2)</sup>

Las necesidades de mineralización de bovinos de cría en la zona de pastizales en la región oriental constituyen en orden de importancia el tercer elemento preponderante que limita la producción ubicada detrás de las necesidades energéticas proteicas. No obstante, su análisis es obviado de los cálculos de requerimientos pues estos apenas contemplan las necesidades de calcio y fósforo (macrominerales). En este sentido no son tenidas en cuenta las pequeñas deficiencias que repercuten en una disminución del desempeño productivo o en falencias muy específicas. De allí la necesidad de analizar en profundidad el efecto de la correcta mineralización basada en una oferta direccionada y facilitada por el empleo de cálculos matemáticos y algoritmos matemáticos integrados que contemplen si no la totalidad de los minerales necesarios, si aquellos que por su importancia desde el punto de vista productivo ameritan un mejor cálculo, para lo cual se ha planteado como objetivo el desarrollo de un modelo de simulación que permita estimar los requerimientos minerales de bovinos de carne mantenidos sobre pastizal nativo o implantado y simular el balance positivo o negativo en relación al tipo de suplemento mineral a ser ofrecido.

---

## Materiales y Métodos

### Síntesis del Sistema de Producción de la Ganadería de Cría Bovina

Corresponde a la organización o abstracción de los componentes relevantes del sistema en un sistema lógico. Esta etapa coordina los procesos que conforman el todo desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo, con el fin de obtener aproximaciones adecuadas para la resolución de los objetivos planteados.<sup>(3)</sup>

En la Tabla 1 se proponen las variables de entrada para el modelo de simulación a ser desarrollado, en el transcurso del desarrollo de implementación del modelo, las diferentes fórmulas, serán desarrolladas y /o adaptadas a partir de regresiones y correlaciones extraídas de trabajos de investigación desarrollados por científicos y técnicos que han publicado en revistas indexadas y de rigor científico. Las mismas serán introducidas en planillas de Excel 2007 con programación realizada en entorno Macro de planilla de Excel y adaptación de manejo de base de datos (Access)

**Tabla 1**

Variable	Unidad
Peso vivo del animal	Kg
Producción de leche	Lts
Gestación	Días
Ganancia diaria	Kg
Consumo de Materia Seca	Kg
Opciones de Pastizal	Tipo y Cantidad en Kg
Opciones de Suplementos minerales	Tipo y Cantidad en Kg
Sales comerciales	Tipo y Cantidad en Kg

Variables de inicio de simulación

El sistema de cría a ser modelado se ubica en suelos oxisoles y ultisoles de los departamentos de Guaira, Paraguarí, Misiones, Ñeembucú y Caazapá de Paraguay. Estos suelos en general, tienen un pH bajo (alrededor de 5), una alta saturación de bases (>60%) y bajo contenido de minerales, las precipitaciones promedias varían alrededor de 1500 mm con un periodo seco de mayo a setiembre y una temperatura promedio de 26°C.

#### *Sub rutina de consumo de Materia Seca y Suplementos minerales* *Subrutina de Consumo de Materia Seca*

El consumo voluntario de materia seca es una variable importante en el estudio de producción de carne bovina. La productividad de un rumiante está en función de la

cantidad y calidad de la ración ingerida durante el ciclo productivo. La estimación del consumo de materia seca permite establecer un correcto balance de nutrientes de la dieta y estimar la tasa de diaria de modificación del peso vivo, por lo tanto, constituye la variable más importante que afecta a la performance del animal. <sup>(1)</sup>

### *Consumo Potencial de Materia seca*

Se define como la capacidad máxima por unidad de tiempo, el cual se ha determinado que está controlado por las características físicas del animal y se expresa cuando las características de la dieta no lo limitan. En condiciones de confinamiento, por lo general, se estima el consumo potencial entre 2,6 a 3,2% del peso vivo (kg MS·día<sup>-1</sup>), función que no considera el efecto de la madurez fisiológica a una edad determinada del animal. Bajo esta premisa se procedió a estimar al consumo potencial, de acuerdo con la propuesta de CSIRO (1990) <sup>(4)</sup>, con lo cual se establece la siguiente relación:

$$N = A - (A - B) * e^{-k * t}$$

Donde:

N: Peso esperado a la edad t (kg PV)

A: Peso standard a la madurez fisiológica (kg PV)

B: Peso promedio al nacimiento (kg PV)

t: Edad en meses

k: Constante de crecimiento = 0,47 / A<sup>0,27</sup>

A partir de la obtención del peso a una edad dada, se procede a definir el valor Z, que es la relación entre el peso a una edad determinada y el peso a la madurez fisiológica. Con esto resuelto se procede a estimar el consumo potencial de materia seca del animal. <sup>(5)</sup>

$$I = 0,024 * A * Z * (1,7 - Z)$$

Donde:

I: Consumo potencial (kg MS· día<sup>-1</sup>)

Z: Índice relativo de peso (N/A)

### *Sub rutina de requerimientos de minerales*

**Requerimiento de Calcio:** El requerimiento de mantenimiento es calculado en base a la siguiente fórmula 15.4 mg de Ca/kg de peso vivo. El requerimiento necesario por encima del mantenimiento es calculado en base a la siguiente fórmula 7.1 g de Ca/100 gr de proteína ganada <sup>(6)</sup> Por otro lado, en procesos de lactación el Ca necesario para sostener dichos procesos es calculado en base a la siguiente fórmula 1.23 gr de Ca por kg de leche producido.

**Requerimiento de Magnesio:** Los requerimientos de Magnesio son calculados en base al siguiente detalle.

Animales en crecimiento y terminación: 0.10% de la MS consumida

Animales en gestación: 0.12% de la MS consumida (NRC 2001)

**Requerimiento de Fósforo:** El requerimiento de fósforo es estimado por el método factorial, los gastos de mantenimiento, crecimiento, preñez y lactación son sumados y luego corregidos por el total de fósforo absorbido. Los modelos de AFRC 1993 <sup>(5)</sup>.

Mantenimiento :  $0.016 \cdot PV / 0.68$   
Crecimiento :  $RP \cdot 0.045 / 0.68$   
Lactación :  $PL \cdot 0.95 / 0.68$   
Gestación :  $PN \cdot (7,6 / 90) / 0.68$ ;  
Máximo tolerable:  $0.1 \cdot CMS$

*Donde*

PV = Peso Vivo; RP = Retención proteica en gr.; Pl=Producción de leche en kg; PN=Peso del ternero al nacer en kg; CMS = Consumo de materia seca en kg.

**Requerimiento de Potasio:** Si bien las fuentes varían en cuanto al requerimiento pues tanto la AFRC (1993) <sup>(5)</sup> así como la ARC (1984)<sup>(7)</sup> y el NRC (2001) <sup>(6)</sup> representan valores diferentes se optó por colocar un promedio de los mismos y realizar un ajuste móvil en base a la producción de leche, mantenimiento y producción hasta 5 kg de leche por día: 0.13% del consumo de materia seca y se propone un ajuste de 0.5% para cada 5 kg de leche producido por encima de los 5 kg.

**Requerimiento de Sodio y Cloro:** El requerimiento en vacas no lactantes es relativamente bajo 0.06 a 0.08% mientras que las vacas lactantes elevan su consumo a 0.10%. Para adecuar el modelo se emplearán las exigencias establecidas en el NRC 2001 de acuerdo con el siguiente detalle

Para Na Mantenimiento:  $0.02 \text{ Gr} \cdot PV$   
Ganancia de peso:  $1.4 \text{ Gr} \cdot \text{GdP}$   
Lactación:  $0.63 \text{ Gr} \cdot PL$  en kg  
Gestación: 1.3 Gr en los últimos tres meses de gestación

Para Cl Mantenimiento:  $0.0225 \text{ Gr} \cdot PV$   
Ganancia de peso:  $1 \text{ Gr} \cdot \text{GdP}$  en kg  
Lactación:  $1.15 \cdot PL$  en kg  
Gestación: 1 Gr constante a lo largo de los tres últimos meses

*Donde*

PV=Peso vivo; PL= Producción de leche en kg por día

**Requerimientos de Potasio:** Si bien la absorción del potasio es alta debido a que ocurre en el rumen y en el intestino. Siendo la mayor ruta de excreción del potasio, la orina. De manera general los requerimientos están basados en los de animales mantenidos en confinamiento y se emplearán los datos ofrecidos por NRC 1996 de ganado de carne debido a que las otras fuentes carecen de información consistente debido a la menor cantidad de animales evaluados.

Mantenimiento:  $(0.038 \cdot PV) + 2.6 \cdot CMS$   
Ganancia de peso:  $1.6 \cdot \text{GdP}$  en kg  
Lactación:  $1.5 \cdot PL$  en Kg

Gestación: Requerimiento constante a lo largo de los tres últimos meses de 1

*Donde*

PV=Peso Vivo en kg; CMS=Consumo de materia seca en Kg y PL=Producción de leche en kg

Requerimientos de microminerales: Serán ponderados basados en promedios establecidos en base a las diferentes metodologías de cálculos. Los mismos serán calculados en base a lo establecido de CSIRO (1990).

## Validación del modelo

Para la validación del modelo de cálculo de requerimientos minerales se utilizaron datos provenientes del Establecimiento ubicado en el distrito de Quyquyo a 183 Km de Asunción. Los mismos corresponden al periodo invernal para cotejar los datos arrojados por el modelo. El periodo de evaluación de campo fue de 84 días aproximadamente tiempo en el cual fueron registrados datos de temperatura y humedad. Para el mismo fueron utilizadas vaquillas de aproximadamente 36 meses con una media de peso de 300 Kg y con un biotipo cebuino tipo Bramhan. Todos los animales fueron mantenidos alimentándose sobre pasturas nativas con una disponibilidad adecuada. Se mantuvo una media superior a los 1000 kg/MS/ha. En este caso al ser una reconstrucción del modelo la validación se desarrolló bajo un enfoque utilitarista propuesto por Allende R, Aguilar C (2002).<sup>(8)</sup>

Fueron evaluados dos tratamientos de diferente base de suplementación mineral, a partir de los cuales fueron establecidas las exigencias nutricionales para cumplir con la ganancia diaria de peso propuesta en el cálculo de estimativas de desempeño.

**T1=** Pastizal nativo + suplementación con base de sal proteínada

**T2=** Pastizal nativo + suplementación con sal proteínada

Los cortes de los pastizales para evaluación de contenido mineral fueron realizados cada 56 días en todos los tratamientos de acuerdo con la rotación de potreros mantenida durante el periodo de evaluación.

Fueron utilizadas baterías de cuatro potreros para cada tratamiento con agua a voluntad y ajuste de carga para mantener una oferta mínima de 1000 kg de MS por Ha durante todo el periodo de evaluación.

Las muestras de MS del pastizal fueron remitidos para su análisis al laboratorio de Suelos de la UFRGS de Porto Alegre donde fueron evaluados los contenidos mineralógicos de cada una de las muestras remitidas y cuyos datos son utilizados para la simulación.

Los datos de ganancia diaria de peso arrojados por el modelo fueron cotejados con los datos de ganancia diaria de peso obtenidas de los pesajes en finca y se realizó un análisis de correlación de pearson de modo a estimar el grado de adecuación de los datos del modelo.

En la Tabla 2 se colocan los datos correspondientes a contenido mineral del pastizal nativo evaluado a lo largo de los siete meses comprendidos en el periodo otoño invierno y primavera

**Tabla 2**

Mes de evaluación	Ca(gr/kg)	P(gr/kg)	S(gr/kg)	Na(mg/kg)	Mg(mg/kg)
Abril	2.9	0.8	0.8	159	1060
Mayo	3.9	0.8	0.8	181	1061
Junio	4.0	0.8	0.7	211	903
Julio	4.2	0.7	0.8	174	893
Agosto	4.2	0.7	0.8	135	1025
Setiembre	5.7	0.6	0.9	110	995
Octubre	4.7	0.7	0.7	185	1110

Contenidos promedios de Calcio (Ca) Fósforo (P) Azufre (S) Sodio (Na) y Magnesio (Mg) en los pastizales empleados a lo largo del año.

**Fuente:** Elaboración propia mediante colecta en campo con cortes cada 57 días durante el periodo de evaluación.

En la Tabla 3 se presentan los datos de contenido promedio de microminerales a lo largo del periodo de evaluación, los mismos están presentados en mg/kg de MS.

**Tabla 3**

Mes de evaluación	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cu mg/kg	Zn mg/kg
Abril	295	435	23	22
Mayo	250	427	23.9	20
Junio	295	455	25	21
Julio	350	495	33	23
Agosto	387	535	30	22
Setiembre	530	578	8	26
Octubre	263	390	3	16

Contenidos promedios de Hierro (F), Manganeso (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) en mg/ kg de concentración en los pastizales naturales de la región oriental empleados a lo largo del año.

**Fuente:** Elaboración propia mediante colecta en campo con cortes cada 57 días durante el periodo de evaluación.

En la Tabla 4 se consignan los datos de los suplementos minerales y mineral proteico utilizados para la simulación, ambos pertenecen a formulaciones comerciales de empresas reconocidas del ramo.

**Tabla 4**

Nutriente	Sal mineral	Sal proteica
Calcio (gr)	120	30
Fosforo (gr)	88	20
Azufre (gr)	12	20
Sodio (gr)	126	83,6
Yodo (mg)	75	20
Cobre(mg)	1530	240



<b>Cobalto(mg)</b>	55.5	16
<b>Hierro(mg)</b>	1800	0
<b>Manganeso(mg)</b>	1300	650
<b>Selenio(mg)</b>	15	8
<b>Zinc(mg)</b>	3630	1600
<b>Flúor(mg)</b>	880	200
<b>Cromo(mg)</b>	0	0
<b>Proteína Bruta (gr)</b>	0	30
<b>NNP (gr)</b>	0	0

Niveles mínimos de garantía ofrecidos por las mezclas minerales en cuanto a concentración de minerales por kg de producto ofrecido.

**Fuente:** Etiquetado del producto.

Todos estos datos han sido utilizados para evaluar los resultados arrojados por el modelo de simulación de requerimientos minerales.

---

## *Resultados y Discusión*

Para la simulación fue empleado un animal promedio de 290 Kg con una ganancia estimada por día de 300 gramos. En la Tabla 5 se consignan los resultados de las corridas sucesivas con los valores promedios mensuales y sus respectivos valores estimados.

Se observa un déficit marcado del P con una oferta promedio del 46% del requerimiento estimado para esa categoría. Otro punto para considerar es el faltante de sodio, muy marcado en la oferta del pastizal nativo, el mismo no alcanza a ser cubierto con el consumo promedio estimado de sal mineral. Se estimo un consumo de 57.7- 60 gramos/día no obstante fue observado un consumo promedio de 63 gramos. El modelo fue ajustado a ofrecer datos del consumo observado. La ganancia estimada de 300 gramos es al solo efecto de no tener perjuicios considerables en el crecimiento normal del animal y poder aprovechar los beneficios del crecimiento compensatorio en el periodo de las aguas.

Al analizar lo relativo al aporte de microminerales, se puede observar que todos ellos tienen un comportamiento favorable con excedentes que van del +16% al +1300%. Es así como se puede suponer que estos minerales son relevantes con animales de altos desempeños productivos (altas ganancias de peso por día y elevada producción de leche). Bajo estas condiciones se concluye que el consumo mineral es insuficiente para sostener ganancias de 300 gramos por día con estos consumos. Siendo la ganancia promedio ajustada de 170 a 200 gramos/día.

**Tabla 5**

Elemento	Requerimiento	Proveído				Promedio	% de +/-
		Junio	Julio	Agosto	Setiembre		
<b>Ca (gr)</b>	41.69	35.7	37.35	37.35	48.23	39.70	-5
<b>P (gr)</b>	22.79	10.86	10.14	10.14	9.41	10.28	-54
<b>Mg (gr)</b>	7.25	7.25	6.47	7.47	7.21	7.13	-2
<b>K (gr)</b>	59.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
<b>Na (gr)</b>	10.63	8.78	8.51	8.23	8.05	8.4	-21
<b>Cl (gr)</b>	14.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
<b>S (gr)</b>	10.88	5.77	6.49	6.49	7.22	6.40	-41
<b>Co (mgr)</b>	0.80	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	+400
<b>Cu (mgr)</b>	101.83	185.57	243.57	221.82	62.32	178.31	+75
<b>I (mgr)</b>	3.63	4.32	4.32	4.32	4.32	4.32	+19
<b>Fe (mgr)</b>	362.50	2213.55	2612.30	2880.55	3917.30	2905.92	+800
<b>Mn (mgr)</b>	290.0	3373.55	3663.55	3953.55	4265.30	3813.85	+1300
<b>Se (mgr)</b>	0.73	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	+18
<b>Zn(mgr)</b>	<b>290</b>	<b>361.12</b>	<b>375.62</b>	<b>208.87</b>	<b>397.37</b>	<b>335.74</b>	<b>+16</b>

Resultados de las corridas de simulación del modelo propuesto para evaluar el grado de ajuste entre los requerimientos minerales calculados y lo ofrecido por la sal evaluada.

En la Tabla 6 producto de las corridas del modelo para los meses evaluados de junio a setiembre, se obtuvieron los siguientes resultados: en lo relativo a macrominerales se observa una deficiencia principal en P con un déficit promedio de 58% por debajo de su requerimiento. Aun teniendo en cuenta los altos consumos del suplemento mineral proteinado (200 gramos) con respecto al consumo de sal, las deficiencias persisten y más aún, se manifiestan levemente superiores a lo obtenido con sal mineral (-58 vs -54). Es decir, con sal proteinada las deficiencias minerales en lo relativo a ciertos macroelementos como el P se potencian.

Un punto para resaltar es lo relativo a los microminerales que ven sus necesidades rebasadas en una proporción muy superior a lo que se observa con la sal mineral. En este sentido al analizar tres elementos Cu, Se y Zn observamos niveles de oferta superiores a los observados con la sal mineral común. Es así como para Cu el excedente mineral es del 75% y en contraposición el excedente de Cu para lo ofrecido con sal proteinada es del 61%. En Se y Zn los excedentes con sal mineral se traducen en un 18 y 16% superiores a los requerimientos, lo cual se ve ampliamente rebasado por la oferta de sal proteinada con niveles del 230 y 158% de superioridad o excedente de oferta. Esto hace suponer que los requerimientos minerales para micronutrientes están rebasados y habría que analizar en ese aspecto el beneficio o el perjuicio que eso pudiera ocasionar. Es de destacar que aun con niveles de oferta muy superiores a los requerimientos estos no llegaban a los niveles máximos tolerables por lo cual sus efectos deletéreos podrían ubicarse más en el área de relaciones de competencia con otros nutrientes por sitios de absorción.

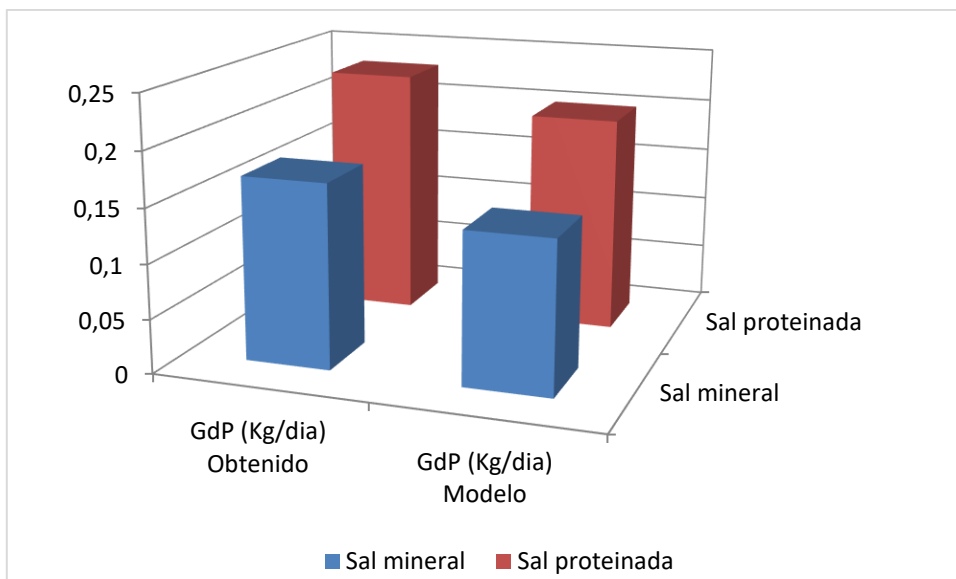
**Tabla 6**

Elemento	Requerimiento	Proveído				Promedio	% de +/-
		Junio	Julio	Agosto	Setiembre		
Ca (gr)	41.69	35.30	35.30	36.75	46.63	38.50	-7
P (gr)	22.79	10	10	9.28	8.55	9.46	-58
Mg (gr)	7.25	7.25	6.55	7.47	7.21	7.12	-2
K (gr)	59.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Na (gr)	10.63	19.09	19.09	18.53	18.35	18.76	+76
Cl (gr)	14.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S (gr)	10.88	9.28	10.00	10.00	10.73	10.00	-8
Co (mgr)	0.80	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	+400
Cu (mgr)	101.83	185.45	185.45	221.70	62.20	163.70	+61
I (mgr)	3.63	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	+16
Fe (mgr)	362.50	2275.25	2275.25	2942.25	3979.0	2867.93	+791
Mn (mgr)	290.0	3435.25	3435.25	4015.25	4327.0	3803.18	+1311
Se (mgr)	0.73	1.68	1.68	1.68	1.68	1.68	+230
Zn(mgr)	<b>290</b>	488.25	488.25	336.00	524.50	459.25	<b>+158</b>

Resultados de las corridas de simulación del modelo propuesto para evaluar el grado de ajuste entre los requerimientos minerales calculados y lo ofrecido por la sal proteinada evaluada

**Fuente:** Elaboración propia en base a las simulaciones del modelo

En la Figura 1 se detallan las ganancias diarias de peso obtenidas por los animales sometidos a los dos tratamientos. Cabe destacar que en ambos casos el programa arrojó resultados levemente inferiores a los obtenidos en el campo. En todos los casos se determinaron faltantes en los contenidos de macrominerales principalmente fósforos, lo cual limita las ganancias obtenidas en el programa de simulación. Cabe destacar que estos datos pudieron deberse también a la variación de los contenidos mineralógicos de los pastizales efectivamente consumidos por el ganado. No obstante, hace suponer un relativo buen ajuste del modelo para predecir con razonable probabilidad desempeños productivos teniendo en cuenta además de la proteína y la energía, las concentraciones de minerales que se encuentran en los pastizales nativos.



**Figura 1** Ganancia diaria de peso de los animales sometidos a los dos tratamientos de sal mineral y sal proteinada

### *Conclusiones*

El modelo desarrollado simula de un modo razonablemente probable, los requerimientos animales y los contrasta con la oferta. Adecua los requerimientos a la categoría y exigencia nutricional evaluada.

Permite simular situaciones probables en campo y cotejar diferentes productos ofertados en el mercado y analizar el grado de ajuste entre la oferta y lo requerido de modo a realizar un análisis de prefactibilidad del insumo antes de realizar la compra.

Se ha observado, además, que en ambos casos simulados los requerimientos de macrominerales no son totalmente cubiertos por las mezclas comerciales, por un lado, y por el otro, lo ofertado en microminerales por las mezclas comerciales evaluadas, exceden en general, a los requerimientos estimados.

## Bibliografía

1. Ocampos DA, Lopes J, Barcellos OJ, De Oliveira TE. Desenvolvimento de un modelo predictor do desempenho de novillos de corte suplementados em pastagens tropicais. Rev. Bras. Zootec.2010; 39( 2): 402-410.
2. Cevallos C. Control de la Gestión: Clave de Rentabilidad Agrícola. Informe Frutihortícola.2001. Buenos Aires, Argentina (15) p 12
3. Aguilar C, Cortés H, Allende R. Los modelos de simulación. Una herramienta de apoyo a la gestión pecuaria. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 2002; 10(3) 226-231. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/481680759.pdf>
4. CSIRO. 1990. Ruminants
5. AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. Advisory Manual, Agricultural and Food Research Council Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
6. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: Update 2000. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9791>
7. ARC. 1984. Report of the Protein Group of the Agricultural Research Council Working Party on the Nutrient Requirements of Ruminants. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK
8. Allende R, Aguiar C. Simulación de sistemas de producción bovina de carne: pastoreo y confinamiento *En: Proceeding Seminario Internacional de Producción de Carne Bovina. 13 de Septiembre de 2002. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Concepción. Chillán. Chile*

### Contribuciones de autor

Todos los autores contribuyeron a la concepción y el diseño del estudio. La preparación del material, la recopilación y el análisis de datos fueron realizados por Diego Avilio Ocampos Olmedo, Pedro Luis Paniagua Alcaraz y Claudio Tobal. El primer borrador del manuscrito fue escrito por Diego Avilio Ocampos Olmedo y todos los autores comentaron las versiones anteriores del manuscrito. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final. Supervisión: Diego Avilio Ocampos Olmedo

### Conflictos de Intereses:

Los autores declaran por escrito, no tener vínculo o compromiso que condicione lo expresado en el artículo de su autoría y que pueda ser entendido como conflicto de intereses.