

Trabajo intensificación - Ingeniería agronómica

## **Comparación entre desempeño real y predicho a partir de un programa de estimación productiva utilizando novillos de recría y engorde**



Martin Hollender

Docente tutor: Ing. Agr. (Mag) Rodrigo D. Bravo

Docentes consejeros: Ing. Agr. (Dr.) Mariano Menghini y Bqca. (Dra.) Marcela Martínez



Departamento de Agronomía  
Universidad Nacional del Sur  
2024



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia y amigos que me acompañaron de alguna u otra manera.

A mi tutor Rodrigo, y consejeros Mariano y Marcela

A la Universidad Nacional del Sur, en especial al Departamento de Agronomía, que me brindó una educación pública.

## **INDICE**

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
Análisis financiero/económico para evaluar la internada de bovinos.....	<b>6</b>
Planillas de cálculo para alimentación de bovinos .....	<b>7</b>
Utilización del programa predictor Cowculator. ....	<b>7</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
Sitio experimental .....	<b>15</b>
Animales y alimentación .....	<b>15</b>
Estimaciones productivas utilizando Cowculator .....	<b>19</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>21</b>
Primer período de alimentación: Pastoreo de avena.....	<b>21</b>
Segundo período de alimentación: Dieta a corral.....	<b>24</b>
<b>Conclusión</b> .....	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>30</b>

## RESUMEN

La ganadería es una actividad agropecuaria compleja para el registro y análisis del conjunto de variables productivas y económicas. Poder analizar datos de los sistemas productivos permite obtener información para la toma de decisiones empresariales. El objetivo de este trabajo, fue comparar el desempeño real obtenido en recría y terminación de novillos Angus con una planilla de cálculo de acceso libre basada en estimaciones productivas denominada Cowculator (Oklahoma State University Extensión Service). Se evaluaron dos períodos de alimentación. El primero una recría a pastoreo que se realizó en el establecimiento “Nick’s Ranch”, ubicado en cercanía a la estación El Zorro. Mientras que el período de engorde a corral se realizó en el establecimiento “El Tordillo” en cercanías a Aparicio, ambos en el Partido de Coronel Dorrego, Provincia de Buenos Aires. Durante la recría, se realizaron pastoreos rotativos con cambios cada 4 días aproximadamente sobre un verdeo de avena. Las parcelas tenían 7 ha y contaban con 1000 animales. Siendo entonces la carga de 14 animales/ha a nivel de lote. Se tomaron muestras del forraje de avena cada 20 días durante el período de pastoreo que duró 41 días. Además, se tomó muestra de la dieta de terminación que se utilizó a corral, la cual se realizó en un periodo de 31 días. Todas las muestras de forraje se analizaron en el laboratorio de nutrición animal de la UNS. Se realizó también un análisis económico de las producciones tanto a pasto como a corral. Se obtuvo información de cuan preciso predice dicho programa en la zona estudiada, en los dos casos estudiados el error de predicción de ganancia de peso fue menor al 15%, también se obtuvo información del resultado económico en los distintos tipos de engorde en el periodo estudiado.

## INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina es una actividad importante para la economía argentina representando el 35-40% del Producto Bruto Agropecuario Nacional (Rearte, 2007). Aunque la ganadería se encuentra distribuida en todo el país, existen zonas agroecológicas claramente diferenciadas que permiten dividir al país en 5 grandes regiones ganaderas: Región Pampeana, Región del Noreste (NEA), Región del Noroeste (NOA), Región Semiárida y Región Patagónica. La Región Pampeana es el área ganadera por excelencia conteniendo el 57% de la población vacuna nacional y donde se produce el 80% de la carne del país. La producción de carne en la Región Pampeana, incluye dos actividades que se localizan en distintas zonas según la fertilidad de los suelos y la calidad de los pastos producidos. En suelos más pobres no cultivables, con limitaciones de drenaje (Cuenca del Salado), el sistema de cría para la producción de terneros es la actividad predominante, mientras que en las zonas de mejores suelos con mayor potencial de producción de forraje de calidad, la recría y engorde de los animales constituyen las principales actividades ganaderas. La aptitud agrícola de estas zonas ha hecho que la ganadería comparta suelo en rotaciones con la agricultura, generando una mayor sustentabilidad a los sistemas productivos. En la actividad invernada (recría y engorde), no más del 30% de los terneros son recriados y terminados en la misma región donde nacen. El resto de ellos son enviados a otra región de mejores suelos y clima donde la producción y calidad de las pasturas es superior y los animales pueden ser recriados y engordados más eficientemente. Los sistemas pastoriles han sido intensificados en las últimas décadas aumentando la producción forrajera y la carga animal a través de la fertilización nitrogenada, la suplementación estratégica con silo de maíz y/o concentrado y por el mayor tecnicismo en el manejo del pastoreo, pero manteniendo al forraje proveniente del pastoreo como principal componente de la dieta (Rearte, 2007).

Este trabajo fue realizado en Coronel Dorrego, zona mayormente agrícola, siendo el sistema ganadero más adecuado a esta región: la recría y engorde. Dicho sistema es el que realiza la empresa Familia Hollender. Por otra parte cabe destacar que toda la información fue obtenida mediante análisis propios, tanto la información nutricional de los distintos recursos forrajeros como de los pesajes de los animales y características de los mismos.

## **Análisis financiero/económico para evaluar la invernada de bovinos**

Al momento de decidir la retención de terneros, luego del destete o para decidir la compra de terneros para realizar una invernada, es fundamental tener información de carácter económico para tomar decisiones. Dos parámetros comúnmente utilizados son el valor de la ganancia y el costo de producir la ganancia.

### Valor de la ganancia:

El valor de ganancia (VG) es el valor (pesos o dólares) por cabeza del animal al final del período de alimentación (valor de venta) menos el valor del animal al comienzo del período (valor de compra) dividido por el aumento de peso (en kilogramos). El VG no es constante y es particularmente sensible a los precios de mercado. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{VG (USD/kg)} = \frac{[\text{Peso animal vendido (kg)} \times \text{precio (USD/kg)}] - [\text{Peso animal comprado (kg)} \times \text{precio (USD/kg)}]}{\text{peso final} - \text{peso inicial (kg)}}$$

### Costo de producir un kg de carne.

El costo de producir un kg de carne hace referencia a cuánto dinero demanda producir un kg de carne. Para ello, se requiere conocer el consumo de MS diario y una ganancia en kg/d con ese nivel de consumo.

$$\text{Costo (USD/kg)} = \frac{\text{Consumo kg MS/d} \times \text{costo USD/ kg MS}}{\text{GDP kg/d}}$$

## **Planillas de cálculo para alimentación de bovinos**

Poder predecir un ritmo de ganancia de peso de los animales a pastoreo mejoraría la toma integral de decisiones en el manejo de la hacienda.

Cowculator (Lalman et al., 2020) es una planilla de cálculo de Excel diseñada para ayudar a los ganaderos a tomar decisiones sobre la base de información asociadas con la nutrición del ganado vacuno. Los criterios de los animales y la composición química de la lista de alimentos que se utilizan se pueden personalizar para cada situación en particular. Los requerimientos nutricionales de los animales, estimaciones de consumo de alimento y predicciones de desempeño animal se basan en años de datos de investigación y desarrollo en distintas zonas de los Estados Unidos.

### **Utilización del programa predictor Cowculator.**

Uso del programa Cowculator: Para cambiar entre hojas de trabajo, se pueden utilizar los botones incorporados en cada hoja o las pestañas ubicadas en la parte inferior de la misma. Las celdas diseñadas para que el usuario realice ingresos se destacan con un fondo blanco o gris, mientras que todas las demás celdas están protegidas para preservar la integridad del programa.

La página inicial muestra las distintas páginas hojas del programa, a las que se puede ir por vía directa.

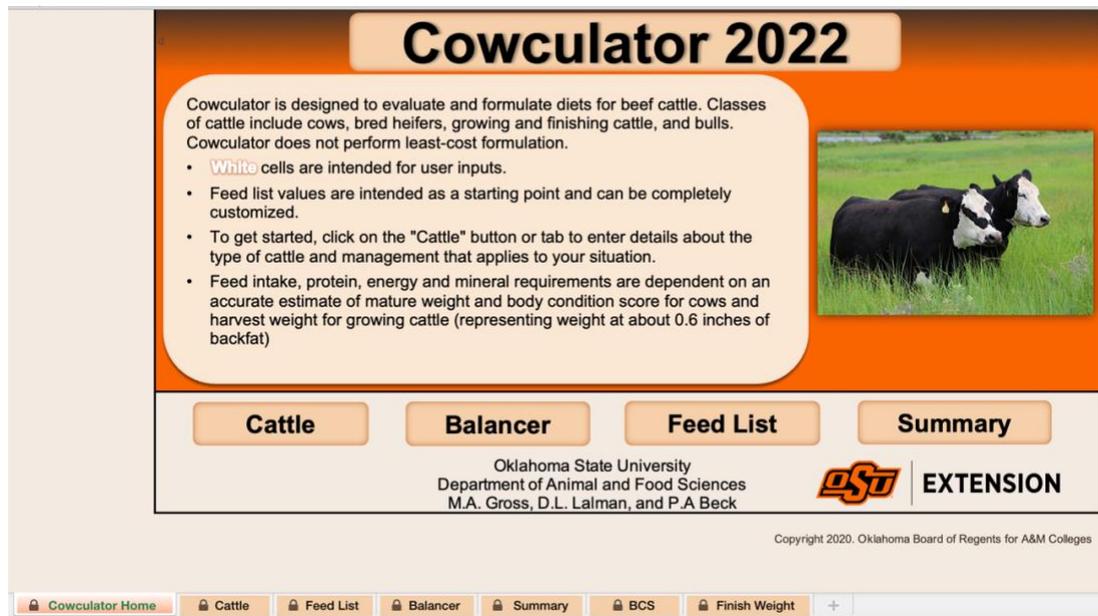


Figura 1. Vista de pestaña inicial de Cowculator

La pestaña “Cattle” permite al usuario definir el tipo de animal que se está considerando, así como las decisiones de manejo para un grupo específico de ganado como los días de pastoreo, el peso inicial y final entre otros. Esta información se utiliza para calcular los requerimientos de nutrientes del animal y estimación de ganancia.

Cattle and Management
Balancer
Summary
Feed List

<b>Client</b>		<b>Cattle Description</b>	
<b>Contact Info</b>	(405) 718-2134	<b>Ration ID</b>	Limit-fed ration with triticale hay, corn, DDGS and minerals

**Select Class of Cattle**  
Growing and Finishing Cattle

**Feeding Period, Days**  
 31

**Body Condition Guidelines**

**Finish Weight Guidelines**

#	Desired Weight, lb	Start of Feeding Period, lb	Finish Weight, lb	Genetic Potential for Growth and Feed Efficiency	Initial Body Condition	Implant
1	523,6	600	1034	Average	6	No

Breed	Percentage
Angus	100%
Braford	
Brahman	
Brangus	
Braunvieh	
Charolais	
Chianina	
Devon	
Gelbvieh	
Hereford	
Holstein	
Jersey	

**Ionophore**

Rumensin

←
Cowculator Home
Cattle
Feed List
Balancer
Summary
BCS
Finish Weight
+

Figura 2. Pestaña de selección de ganado, días de duración del periodo, peso de ingreso y egreso.

		Feedlist					Cattle		Balancer			Summary							
Dry Matter Basis		Units and Cost		DM	Protein		Energy			Fiber		Fat	Macromineral						
Number	FEED NAME	Units LB.	Cost \$/Unit	DM %	Protein %	RDP % of CP	TDN %	ME Mcal/lb	NE m Mcal/lb	NE g Mcal/lb	NDF %	pef % of NDF	FAT %	CA %	Phos %	Na %	K %	MG %	S %
<b>Grazed forages</b>																			
1	Alfalfa, fresh and greenchop	2000	\$ 60,00	25,00	23,00	78,0	61,00	1,00	0,61	0,35	36,00	0,80	2,00	1,80	0,34	0,08	2,90	0,36	0,33
2	Bermuda, vegetative	2000	\$ 40,00	30,00	16,00	85,00	65,00	1,07	0,67	0,40	64,00	0,80	3,00	0,46	0,31	0,04	1,90	0,22	0,33
3	Bermuda, boot stage	2000	\$ 40,00	35,00	10,00	75,00	60,00	0,98	0,59	0,33	66,00	0,90	2,70	0,59	0,28	0,04	1,90	0,21	0,30
4	Bermuda, fall, mature	2000	\$ 40,00	80,00	8,00	60,00	55,00	0,90	0,52	0,26	70,00	1,00	2,10	0,26	0,18	0,03	1,30	0,20	0,21
5	Bermuda, winter, mature	2000	\$ 40,00	90,00	5,00	55,00	44,00	0,72	0,34	0,10	72,00	1,00	1,50	0,30	0,15	0,02	1,00	0,10	0,21
6	Bermuda, stockpiled, Sep-Oct	2000	\$ 45,00	35,00	13,00	70,00	57,00	0,94	0,55	0,29	66,00	1,00	2,50	0,66	0,24	0,04	0,88	0,16	0,25
7	Bermuda, stockpiled, Nov-Dec	2000	\$ 45,00	85,00	11,00	65,00	54,00	0,89	0,50	0,25	68,00	1,00	2,10	0,52	0,22	0,03	0,55	0,15	0,22
8	Bermuda, stockpiled, Jan-Feb	2000	\$ 45,00	90,00	7,00	60,00	47,00	0,77	0,39	0,15	70,00	1,00	1,50	0,48	0,18	0,02	0,32	0,09	0,21
9	Fescue, vegetative	2000	\$ 40,00	29,00	18,00	80,00	64,00	1,05	0,65	0,39	60,00	0,80	4,50	0,50	0,40	0,03	2,50	0,19	0,24
10	Fescue, boot stage	2000	\$ 40,00	33,00	12,00	75,00	57,00	0,94	0,55	0,29	65,00	0,90	3,80	0,45	0,30	0,02	1,80	0,17	0,21
11	Fescue, mature	2000	\$ 40,00	70,00	8,00	70,00	49,00	0,80	0,42	0,18	74,00	1,00	3,20	0,38	0,20	0,02	1,40	0,15	0,18
12	Fescue, stockpiled, Jan-Feb	2000	\$ 40,00	40,00	13,00	75,00	52,00	0,85	0,47	0,22	72,00	1,00	2,70	0,45	0,30	0,02	1,80	0,13	0,21
13	Fescue, stockpiled, Nov-Dec	2000	\$ 40,00	60,00	11,00	68,00	40,00	0,66	0,27	0,03	75,00	1,00	2,20	0,38	0,20	0,03	1,40	0,15	0,18
14	Native Range, April-June	2000	\$ 70,00	30,00	11,00	74,00	68,00	1,12	0,71	0,44	62,50	0,80	3,20	0,42	0,18	0,01	1,72	0,22	0,17
15	Native Range, July-August	2000	\$ 55,00	50,00	9,00	70,00	64,00	1,05	0,65	0,39	71,00	0,90	3,00	0,30	0,15	0,01	1,25	0,20	0,14
16	Native Range, Sept Oct	2000	\$ 45,00	75,00	7,00	66,00	59,00	0,97	0,58	0,32	74,00	1,00	2,50	0,25	0,11	0,01	0,70	0,15	0,11
17	Native Range, Nov-Dec	2000	\$ 35,00	85,00	5,00	62,00	55,00	0,90	0,52	0,26	77,00	1,00	2,20	0,22	0,07	0,01	0,40	0,10	0,09
18	Native Range, Jan-March	2000	\$ 30,00	88,00	4,50	58,00	50,00	0,82	0,44	0,19	71,00	1,00	1,70	0,39	0,04	0,01	0,19	0,04	0,08
19	Wheat Forage, vegetative	2000	\$ 80,00	21,00	22,00	84,00	71,00	1,17	0,76	0,48	50,00	0,80	4,00	0,35	0,36	0,03	3,10	0,24	0,22
20	avena martin	2000	\$ 75,00	30,70	9,62	75,00	93,53	1,54	1,06	0,74	80,00	95,00	2,00	0,213	0,17	0,03	2,04	0,08	0,11
21	Added Feed	2000					70,00	1,15	0,74	0,47									
22	Added Feed	2000					70,00	1,15	0,74	0,47									
23	Added Feed	2000					70,00	1,15	0,74	0,47									
24	Added Feed	2000					70,00	1,15	0,74	0,47									
25	Added Feed	2000					70,00	1,15	0,74	0,47									
<b>Harvested Forages</b>																			
26	Alfalfa Hay, early bloom	2000	\$ 300,00	90,00	24,00	88,00	60,00	0,98	0,59	0,33	39,00	0,90	2,50	1,41	0,22	0,08	2,51	0,30	0,30
27	Alfalfa Hay, mid bloom	2000	\$ 250,00	90,00	20,00	84,00	58,00	0,95	0,56	0,31	47,00	1,00	2,60	1,37	0,22	0,07	1,56	0,28	0,28
28	Alfalfa Hay, full bloom	2000	\$ 185,00	90,00	16,00	82,00	55,00	0,90	0,52	0,26	49,00	1,00	2,30	1,19	0,24	0,06	1,56	0,26	0,27
29	Alfalfa Silage	2000	\$ 75,00	40,00	21,00	75,00	60,00	0,98	0,59	0,33	44,00	0,70	3,80	1,40	0,33	0,07	2,80	0,28	0,25
30	Bermuda Hay, vegetative	2000	\$ 100,00	90,00	14,00	80,00	57,00	0,94	0,55	0,29	69,00	1,00	2,30	0,59	0,28	0,04	1,90	0,21	0,25
31	Bermuda Hay, early bloom	2000	\$ 90,00	92,99	11,00	70,00	55,00	0,90	0,52	0,26	66,00	1,00	1,86	0,49	0,20	0,03	1,65	0,20	0,23
32	Bermuda Hay, full bloom	2000	\$ 70,00	91,00	8,00	68,00	52,00	0,85	0,47	0,22	70,00	1,00	1,80	0,43	0,18	0,03	1,40	0,19	0,21
33	Brome Hay, early bloom	2000	\$ 100,00	88,00	13,00	79,00	57,00	0,94	0,55	0,29	57,00	1,00	2,60	0,32	0,37	0,02	1,70	0,12	0,19
34	Corn Silage	2000	\$ 65,00	35,00	8,30	74,00	70,00	1,15	0,74	0,47	44,00	0,80	3,30	0,24	0,24	0,03	1,10	0,17	0,10
35	Cotton Gin Trash	2000	\$ 50,00	91,00	10,00	72,00	44,00	0,72	0,34	0,10	65,00	0,90	3,00	1,20	0,20	0,01	2,30	0,29	0,25
36	Fescue Hay, early bloom	2000	\$ 90,00	87,00	11,00	72,00	56,00	0,92	0,53	0,28	68,00	1,00	3,70	0,45	0,37	0,02	2,50	0,20	0,21

Figura 3. Página de selección de alimento

Por su parte, la pestaña “Feed List” (Figura 3) contiene un número limitado de alimentos asociados a las siguientes categorías: forrajes de pastoreo, forrajes cosechados, concentrados, alimentos comerciales y vitaminas y minerales. Además, cada alimento contiene su valor nutritivo lo cual se toma como punto de partida ya que se puede personalizar completamente a medida que el usuario recopila datos específicos para su operación. Dentro de cada categoría, se proporcionan filas en blanco para ingresar nuevos alimentos.

Con respecto a la página “Balancer” (Figura 4) le permite al usuario ingresar ingredientes e indicar el consumo de cada uno. También permite comparar los nutrientes suministrados con los requeridos por el ganado, identificando deficiencias y excesos.

Para crear una dieta, primero se debe seleccionar de la lista desplegable en la columna “Feed category”. Luego en la columna de “Feed or forage” se elige el alimento o forraje de interés. En la columna “libras o %”, ingrese la cantidad provista para ese ingrediente específico (sobre la base de la alimentación). La cantidad se puede ingresar como libras por día o como un porcentaje de la dieta.

En la parte inferior de la tabla de ingredientes, se debe ingresar la cantidad total de alimento en la celda etiquetada como “Feed intake, lb”.

El parámetro “Feed intake ratio” se evalúa comparando el aumento o la pérdida de peso estimado con el aumento o la pérdida de peso objetivo. Cada proporción se obtiene dividiendo la cantidad de cada nutriente suministrado en la dieta por el requerimiento calculado. Se considera que las proporciones cercanas a 1,0 satisfacen los requisitos de nutrientes para el rendimiento animal deseado sin un costo y desperdicio de nutrientes excesivos.



Para el consumo de alimento predicho por el programa se utiliza el peso del animal, la etapa de producción y la concentración de energía de la dieta.

Una vez definidos los ingredientes, se debe garantizar que el suministro de proteínas, “Protein ratio”, en la dieta sea adecuado (igual o superior a 0,98). Forrajes de baja calidad (deficientes en proteína) presentan un bajo consumo voluntario debido a que se degradan muy lentamente y permanecen mucho tiempo retenidos en el rumen, esto se debe a que los microorganismos presentes en el mismo necesitan un adecuado balance de nitrógeno-energía para realizar la digestión ruminal. Dietas con un contenido menor a 6 a 8% de Proteína Bruta (PB) serían limitantes para la correcta actividad de los microorganismos ruminales. Para estas condiciones suplementar con una fuente de Proteína Degradable en Rumen (PDR) mejoraría la productividad de las bacterias celulolíticas (Allden, 1981). El óptimo aprovechamiento de forrajes de mediana a baja calidad (45 a 60% TND) ocurre cuando el consumo de PDR representa aproximadamente el 11% del consumo de TND (Bodine y Purvis, 2003). En consecuencia, forrajes con una relación PDR:TND menor a 11% responderían favorablemente a la suplementación proteica (Bodine y Purvis, 2003).

También se debe considerar la proporción de calcio y fósforo, dicha relación debe acercarse a 2:1 y dentro de un rango de aproximadamente 1,25 a 3. Una baja relación genera la aparición de urolitiasis obstructiva (cálculos urinarios).

La tabla a la derecha del balanceador de raciones resume la concentración de nutrientes en la dieta y los compara con los requerimientos de nutrientes calculados. Se enumera la cantidad requerida en sus respectivas unidades e informa si la cantidad es deficiente, adecuada, excesiva o tóxica. Otro parámetro evaluado es la relación de TND:PB la cual debe estar entre un rango de 4 a 8, valores por encima indicarían deficiencias en proteína, varios estudios indican que, ante dicha carencia, suplementos proteicos aumentan el consumo de forraje entre un 15 y un 45% (Kunkle y Bates, 2023).

## **OBJETIVOS**

Los objetivos de este trabajo fueron: (1) comparar las estimaciones productivas de la hoja de cálculo Cowculator con una situación de recría y engorde real de novillos Angus en condiciones de pastoreo y estabulamiento, (2) realizar un análisis económico básico para la evaluación de la conveniencia del sistema de internada llevado a cabo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio experimental

Se evaluaron dos períodos de alimentación. Un primer período, a pastoreo utilizando un verdeo de avena en el establecimiento “Nick’s Ranch”, ubicado en cercanía a la estación El Zorro. Un segundo período de alimentación, a continuación del primero, donde los mismos animales fueron encerrados a corral con una dieta de terminación en el establecimiento “El tordillo” en cercanías a Aparicio, ambos sitios ubicados en el Partido de Coronel Dorrego, Provincia de Buenos Aires (Figura 5.).



Figura 5. Imágenes satelitales de los sitios experimentales. Izquierda: Establecimiento Nicks ranch delimitado por línea roja. Derecha: Establecimiento EL tordillo.

### Animales y alimentación

Los animales utilizados fueron novillitos de raza Aberdeen Angus (negros y colorados) de 238 kg PV al comienzo de la experiencia. Las pesadas se realizaron el 10 de agosto, correspondiente al inicio del período de pastoreo y el 21 de septiembre, correspondiente al fin del período de pastoreo e inicio del período de engorde. Luego se pesaron los animales el 22 de octubre, correspondiente al peso final del período de engorde. Con esta información se calculó la ganancia diaria de peso (GDP) vivo animal en g/día.

El método de pastoreo durante el primer período de alimentación fue pastoreo rotativo de 4 días de duración por parcela. Se pastorearon 10 parcelas de 7 hectáreas durante 41 días, con 1000 animales. La carga animal instantánea fue de 140 animales/ha

y durante todo el período de 41 días fue de 14 animales/ha. El agua estuvo disponible en la parcela mediante la utilización de bebederos móviles (Figura 6). La pastura utilizada fue un verdeo de avena, el cual fue sembrado el día 5 de marzo con 60 kg/ha. Sobre el cultivo se realizó un control de malezas que consistió en la aplicación de 0,300 L/ha 2-4D y una fertilización de 50 kg/ha de fosfato monoamónico (MAP, 11-23-0).

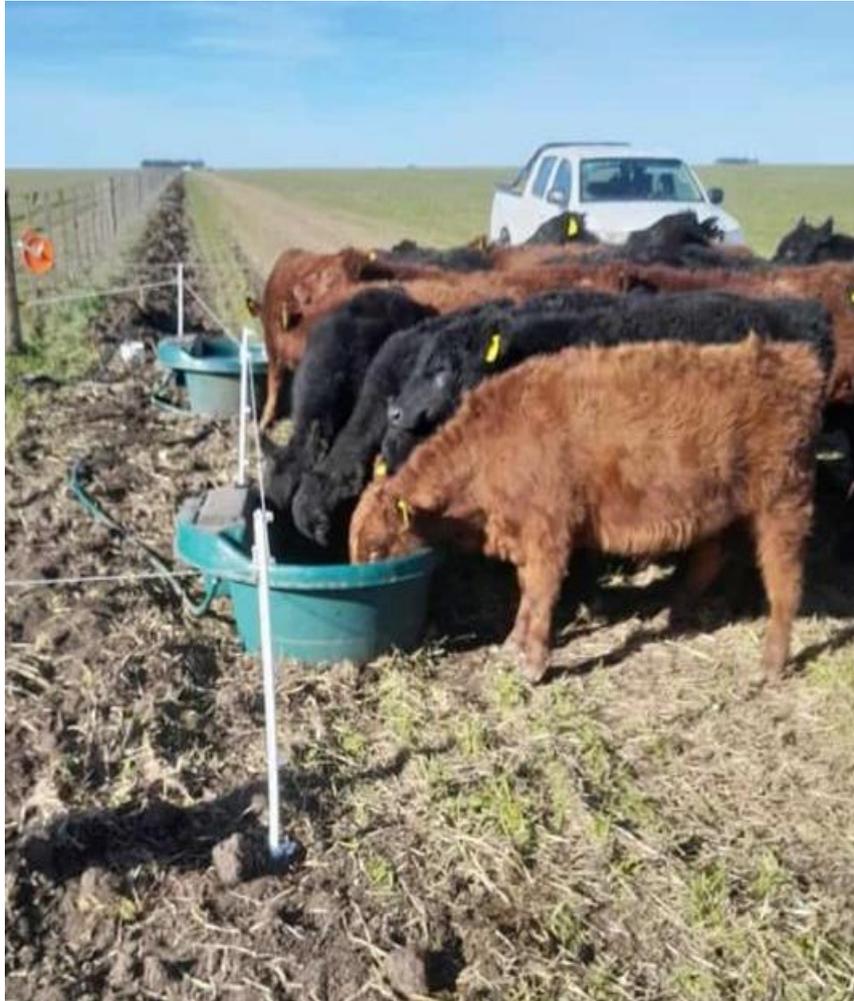


Figura 6. Vista del pastoreo de avena utilizando bebederos móviles en cada parcela.

Durante el segundo período de alimentación, la ración que se suministró a los animales a corral estuvo compuesta por: 69% ensilaje de maíz planta entera, 22,5% de grano de maíz y 8,5% concentrado proteico (Alimentos Balanceados Tres Picos) al 15%, dicho concentrado contenía también lisina, monensina, vitaminas, y minerales. El suministro en comederos lineales se realizó dos veces al día utilizando un mixer (Figura 7).



Figura 7. Vista general del engorde a corral

Se evaluó la productividad de la pastura de avena (kg MS/ha) a través de cortes manuales del forraje a 8 cm de altura (Figura 8) el día 27 de agosto y el día 27 de septiembre sobre una superficie de 0,25 m<sup>2</sup>. Luego el material cortado fue llevado al laboratorio de Nutrición Animal del departamento de Agronomía de la UNS para el secado y análisis del valor nutritivo. También se recogió una muestra del alimento suministrado en el corral directamente tomado del comedero el día 2 de octubre.



Figura 8. Vista general de los cortes del verdeo de avena para determinar productividad y valor nutritivo.

Las muestras recolectadas fueron pesadas en fresco y luego secadas a 55°C en estufa hasta peso constante. Con esta información, se determinó la concentración de materia seca (MS, %) del forraje. Una vez las muestras se encontraban secas, se molieron en molino Wiley usando tamiz de 2 mm (Figura 9).

Las determinaciones de valor nutritivo fueron:

- Proteína bruta (PB): por técnica macro Kjeldahl transformando el nitrógeno obtenido en PB mediante el factor 6,25 (AOAC, 2000).

- Fibra soluble en detergente neutro y fibra soluble en detergente ácido (FDN, FDA): por el método secuencial, acorde al procedimiento descrito por Van Soest et al. (1991) en un baño procesador (Ankom Technology Corp., Fairpoint, NY, USA).

Sobre el verdeo de avena, del corte del 27 de agosto, adicionalmente se determinó el contenido de los siguientes macrominerales, Calcio, Fósforo, Sodio, Potasio, Magnesio, Azufre y los microminerales, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc por lectura de Espectrómetro de Emisión Atómica por Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-AES, Shimadzu ICPS - 9000 Norma EPA 200.7). Adicionalmente, se estimó el contenido de energía de las muestras de forraje utilizando la siguiente ecuación:

### Verdeo de avena

$$\text{TND, \%} = 4,898 + (89,796 \times (1,0876 - 0,0127 \times \text{FDA}))$$

### Ración de corral

$$\text{TND, \%} = 95,88 - (0,911 \times \text{FDA})$$

Fuente: Proceedings 41st Semiannual Meeting, 1981 Am. Feed Manufacturers Association. Lexington, Ky. p16-17.

El valor de Total de Nutrientes Digestibles (TND), calculado por estimación a partir de la FDA se empleará como equivalente al valor de digestibilidad de la Materia Seca (DMS) requerido como dato en la planilla de Cowculator.



Figura 9: Vista del molino de Wiley utilizado para procesar las muestras de alimento

### **Datos cargados a Cowculator**

Tabla 1. Datos ingresados en la planilla de cálculo Cowculator según períodos de alimentación estudiados.

Cowculator	Periodo pastoreo de avena	Periodo dieta a corral
ANIMAL	Novillo engorde	Novillo engorde
Fechas	10/8 al 21/9/22	21/9 al 22/10/22
Días de alimentación	41	31
Peso inicial, kg	238 (523,6 lb)	273 (600,6 lb)
Peso final, kg	273 (600,6 lb)	302 (664,4 lb)
Peso final adulto, kg	470 (1034 lb)	470 (1034 lb)
Potencial genético	Promedio	Promedio
Ionóforo	No	No
Implantes hormonales	No	No
Condición corporal	6	7
Raza	100% Angus	100% Angus
ALIMENTO	Verdeo de avena	Ración corral
*Costo USD/t MS	75	158
MS,%	37,9	39,3
PB,%	8,7	9,76
PDR, % de PB	75	75
TND,%	81	73,7
FDN,%	43	68
**Fibra efectiva, % de FDN	95	80
**Extracto etéreo	2	6
Ca,%	0,2	0,333
P,%	0,166	0,240
Na,%	0,031	0,091
Mg,%	0,078	0,146
S,%	0,107	0,119
K,%	2,04	0,93
Co,ppm	0,05	0,165
Cu,ppm	2,7	6,42
Fe,ppm	164	1006
Mn,ppm	58,66	59,2
Zn,ppm	10,41	37,06

\*Ver cálculos en cuadro xx

\*\*Estimaciones

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Primer período de alimentación: Pastoreo de avena

La GDP real obtenida por animal fue de 0,85 kg/d. En la Figura 10 se observa el balance en la dieta que realiza el programa. El programa estima la ganancia en 0,96 kg/d con un consumo de MS de 5,7 kgMS/d. Cambiando manualmente el valor de consumo de MS desde la celda en blanco “Feed intake”, se observa que para igualar la GDP estimada con la real, el consumo debe ubicarse en 5,3 kgMS/d.

Como en este trabajo no se determinó el consumo del verdeo de avena, el programa podría usarse como una medida indirecta de estimación de consumo en situaciones de pastoreo. También estas diferencias se pueden adjudicar a factores como condiciones ambientales, condiciones del animal como la distancia a la bebida, calidad del agua, etc.

El valor de consumo de forraje pudo verse alterado por deficiencia de proteína en la dieta, que el Cowculator indica en la celda “Protein Ratio” lo que puede causar errores en la predicción de GDP.

Se puede observar que el recurso forrajero presenta déficit de PB (270 g/día) y minerales que podrían ser suplidos. Podemos observar algunos de los más importantes como calcio, se requiere 27,9g/día y el forraje aporta 11,4g/día, magnesio, requiere 5,7g/día y el recurso aporta 4,4g/día, cobre el forraje aporta 15mg/día y el animal requiere 57mg/día.

Se recomienda suplementar todos los déficits mencionados anteriormente, en el caso de la PB, por ejemplo, se debería suplementar con 270g/día. El calcio se debe suplementar con 16,5 g/día y de la misma forma ir calculando todos los déficits para suplantarlos. En el caso de que no se logren subsanar todas las deficiencias se recomienda ir supliendo de las más importantes a las menos importante La suplementación sobre verdeos permite hacer un uso más eficiente de este recurso forrajero. Esto se basa en que es posible incrementar las ganancias diarias de peso. Se podría realizar de diferentes formas y estrategias; con respecto a la proteína se podría hacer mediante concentrados proteicos como expeler de girasol, soja o algún producto con alta concentración de proteína. Estos alimentos podrían incorporarse en silo comedero autoconsumo, en comederos lineales o chorreado de forma lineal en el suelo. Otra forma podría ser mediante

uso de productos líquidos para ser lamidos. Por otra parte, el resto de las deficiencias, se podrían incluir en el concentrado proteico a través de ciertos elementos y otros se podrían suplementar mediante bloques. Se mencionan algunas de las formas en que se podría corregir la dieta. Es importante mencionar que la forma de corregir dichos déficit es muy variada.



## **Segundo período de alimentación: Dieta a corral**

En la Figura 11 se observa la salida del programa Cowculator para el periodo de alimentación a corral. Se puede observar que en este caso la estimación de la GDP fue muy acertada, apenas de unos 60 g/d. Quizás esto se debe a que en el corral muchos factores como consumo y eficiencia son menos variables y por lo tanto la estimación resultó ser más precisa.

Se detectan algunas deficiencias, por ejemplo en proteína, la cual es requerida en 0,86kg/día y la ofrecida en la dieta de 0,5 g/día también se ve algo de deficiencia de calcio aportando la dieta unos 15g/kg teniendo un requerimiento por parte del animal de 31,2 g/kg. En este caso todos los déficits deberían ser aportados y mezclados en la misma ración.



## Resultados económicos de ambos periodos

### Período de pastoreo:

Los costos de producción del verdeo de avena se detallan en la Tabla 1. Se utilizaron valores actuales de mercado de los insumos, con respecto a labores también se utilizaron tarifas de contratistas. El costo total por hectárea para el verdeo de avena fue de 334 U\$D.

En la Tabla 2 se puede observar que el costo de cada kilogramo de MS de verdeo de avena fue de 0,083 U\$D. Una estimación conservadora de la producción del verdeo de avena ronda el orden de los 4000 kg MS/ha durante todo el período de pastoreo más allá de los 41 días de evaluación. Se contempla la mano de obra, la cual tiene en consideración la persona encargada de hacer las parcelas, recorrer los animales, los bebederos y también los materiales necesarios. Todos estos costos se consideran de 25 U\$D/ha. Siendo la GDP 0,854 g/d y el consumo estimado de MS en 5,68 kg/d, entonces resulta que el costo para la producción de un kilogramo de peso vivo animal se ubicó en 0,6 U\$D/kg (Tabla 3).

La Tabla 4 muestra que el valor de la ganancia fue 0,756 U\$D/kg peso vivo. Por lo tanto, durante el período de recría sobre verdeo de avena el sistema arroja un balance positivo de 0,156 U\$D por cada kilogramo de peso vivo obtenido.

Tabla 1. Insumos y laboreos del verdeo de avena.

Item	Cantidad	Precio unitario, U\$D	Costo por superficie, U\$D /ha
glifosato + 2-4d	1,3 + 0,350 (lt)	6,2 y 8	10,86
pulverización	2	4	8
siembra	1	35	35
semilla avena	60 (kg)	0,34	20,4
fertilizante	40 (kg)	0,8	32
2-4d	0,350 (lt)	8	2,8
Mano de obra	1	25	25
Alquiler del campo	1	200	200
total	-	-	334

Tabla 2. Costo por kilogramo de materia seca de avena (USD /kg MS)

costo USD /ha	kg MS/ha	USD /kg MS
334	4000	0,083

Tabla 3. Costo de producir un kg de carne a pasto.

Costo, USD/kg MS	Consumo, kg MS/día	GDP, kg	Costo USD/kg carne
0,083	5,68	0,854	0,6

GDP: Ganancia diaria de peso

Tabla 4. Valor de la ganancia (VG) y datos para su cálculo.

Peso inicial	Peso final	USD/kg inicial	USD/kg final	VG USD /kg carne
238 kg	273 kg	2,55	2,32	0,756

### Período a corral:

En la Tabla 4, se detallan los insumos utilizados en la dieta a corral con sus respectivos costos en el momento que se realizó este trabajo, se contempla la mano de obra como personal, logística, alimentación y limpieza de corrales. El costo por cada kilogramo de peso vivo producido a corral fue de 0,85 USD (Tabla 5). Toma un valor mayor comparado con el período de pastoreo de avena.

La Tabla 6 muestra que el valor de la ganancia fue 1,17 USD/kg peso vivo. Por lo tanto, durante el período de engorde a corral el sistema arroja un balance positivo de 0,32 USD por cada kilogramo de peso vivo obtenido.

Para el negocio ganadero de la cría bovina, los costos de alimentación en situaciones de pastoreo pueden representar entre el 50 y 70 % de los costos totales de producción. Mientras que, en el negocio de la invernada a corral el costo de alimentación puede representar entre el 60 y 80 % (Lalman, et al 2020).

Ambos períodos de alimentación fueron económicamente rentables ya que el costo de producir 1kg de carne fue menor al VG (valor de la ganancia). Es importante destacar que ambos sistemas son complementarios en el ciclo de recría y engorde.

Tabla 4. Costo total (U\$D/kg MS) de la dieta a corral.

Ingrediente	Costo unitario U\$D /kg	Cantidad, kg	Costo, U\$D /kg MS
maíz grano entero	0,2	0,225	0,045
ensilaje de maíz	0,136	0,690	0,093
concentrado proteico	0,25	0,085	0,021
mano de obra y logística			20%
Total		- -	0,190

Tabla 5. Costo de producir un kg de carne a corral.

Costo U\$D/ kg MS	Consumo, kg MS/día	GDP, kg	Costo U\$D/kg carne
0,190	4,95	1,11	0,85

Tabla 6. Valor de la ganancia (VG) y datos para su cálculo

Peso inicial	Peso final	U\$D/kg inicial	U\$D/kg final	VG U\$D /kg carne
273 kg	302 kg	2,32	2,21	1,17

## **CONCLUSIÓN**

Conocer y familiarizarse con un programa de formulación de raciones para animales puede resultar útil en el ejercicio futuro de la práctica profesional. La elección de un programa gratuito y de simple utilización es importante para utilizarlo en el ámbito laboral a futuro.

Se pudo verificar que la estimación del programa, tanto en situación de pastoreo como de engorde a corral, fue precisa para las condiciones de evaluación. Las pequeñas y principales diferencias de GDP predicho comparado con lo obtenido se adjudican al consumo y algunas deficiencias nutricionales. Este programa permitió identificar deficiencias minerales.

Si bien el programa (cowculator) es de fácil utilización, se requiere un cierto grado de conocimiento técnico de nutrición y contar con información precisa del recurso forrajero utilizado por los animales.

Desde el punto de vista económico, se identifica que ambos sistemas de alimentación fueron en principio económicamente rentables.

## BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C., 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. (17th edition).
- Allden, W. (1981): Energy and protein supplements for grazing livestock. En: F. H. W. Morley (Ed.): Grazing Ruminants, Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, pp. 289 – 307.
- Bodine, T and Purvis, H. (2003): Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. *J. Anim. Sci.* 81: 304 – 317.
- Goering, H.K. y Van Soest, P. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA, ARS-Handbook N°379.
- Kunkle, W. and Bates, D. 2023. Evaluating Feed Purchasing Options: Energy, Protein, and Mineral Supplements. Retrieved September 27, 2023, from [https://animal.ifas.ufl.edu/beef\\_extension/bcsc/1998/pdf/kunkle.pdf](https://animal.ifas.ufl.edu/beef_extension/bcsc/1998/pdf/kunkle.pdf)
- Lalman D., Gross M., Beck P. 2020. OSU Cowculator Beef Cattle Nutrition Evaluation Software. Oklahoma Cooperative Extension Service AFS-3280
- Martínez, M. 2010. Efecto del genotipo sobre la productividad y composición química de la biomasa forrajera y grano de avena (*Avena sativa* L.). Tesis doctor en ciencias agrarias. Departamento de Agronomía. UNS. 169 pág.
- Menke, K. H. and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28:209-221
- Pennsylvania State, 1981. Proceedings 41st semiannual meeting. American Feed Manufacturers Association, Lexington, KY, USA (1981), pp. 16-17.
- Rohweder, D., Barnes, R. F., & Jorgensen, N. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of animal science*, 47(3), 747-759.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci* 74, 3583-3597.