



## Resultados Experimentales

**Palabras claves:** feedlot, aditivos, forraje fresco.

### 1. Introducción

Los sistemas de producción intensivos de carne (feedlot), además de utilizar dietas con altas concentraciones energéticas Mcal/kg de materia seca (**MS**) y un adecuado equilibrio energético-proteico, utilizan aditivos promotores de crecimiento bacteriano para aumentar la eficiencia de conversión alimenticia (**ECA**), a través de la reducción de pérdidas energéticas (metano) y proteicas (N amoniacal) y para la disminución de los costos de alimentación. Los ionóforos son los aditivos más utilizados y dentro de ellos la Monensina. La selectividad de estos antibióticos frente a grupos bacterianos específicos (gram -) modifica el perfil de fermentación ruminal, aumentando la producción de ácido propiónico, Castillejos., (2006). Sin embargo, el uso de antibióticos en la alimentación animal se enfrenta a una reducida aceptación social, y su uso está prohibido en la Unión Europea, Calsamiglia y col., (2007). Lo anterior ha llevado a la búsqueda de nuevas alternativas para mantener la ECA a través del uso de compuestos naturales. Entre ellos, se han utilizado los extractos de plantas: aceites esenciales, taninos y flavonoides. Existen trabajos *in vitro* que comunican resultados positivos con el uso de estos compuestos, ya que inhiben el crecimiento de algunas bacterias modificando la fermentación microbiana ruminal, y desencadenando así una disminución de la metanogénesis, de la concentración de amoníaco ruminal, del ácido acético y un aumento de los ácidos propiónico y butírico, Calsamiglia y col., (2007).

En nuestro país los sistemas de producción predominantes se caracterizan por poseer una alimentación de base pastoril, lo que mejora los costos de producción. La inclusión de forraje fresco (**FF**) en dietas de ración totalmente mezclada (**TMR**) se asocia, además, a una mejora en la calidad del producto final (carne) aumentando las concentraciones de ácido linoleico conjugado (**CLA**) beneficiando así la salud del consumidor, Griswold y col., (2003).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de incluir un modulador ruminal compuesto por aceites esenciales, flavonoides y taninos (Anavrin®), comparándolo con Monensina o la combinación de ambos, evaluando en paralelo la inclusión de forraje fresco a la dieta, sobre el consumo de MS (CMS), la ganancia media diaria de peso vivo (GMD), la eficiencia de conversión alimenticia (ECA) y la fermentación ruminal de novillos en terminación.

### 2. Materiales y Métodos

Se realizaron dos experimentos en simultaneo durante los meses de agosto a octubre del año 2021 en el Campo Experimental N°2 de Facultad de Veterinaria, Udelar. Ruta 1 km 42,5 Departamento de Producción Animal y Salud de Sistemas Productivos (IPAV) Libertad, San José. Se utilizaron cuarenta novillos cruda raza carnícola ( $34 \pm 7$  meses de edad y  $351 \pm 30$  kg PV), de los cuales veinte se equiparon con un catéter ruminal de 8 mm de diámetro. Se alojaron en corrales individuales ( $15m^2$ ), a cielo abierto y agua *ad libitum*.

#### Experimento I: Comparación de la adición de Anavrin®, Monensina o la mezcla de ambos.

Para este experimento se emplearon 30 novillos, que se alimentaron dos veces al día (11:00 y 16:00h) con una misma TMR (65.0% MS, 12.8% PC y 23.0% FDN) compuesta por grano de maíz molido, harina de soja, heno, núcleo vitamínico-mineral. La dieta se ofreció individualmente (kg de MS / d) al 2.8% de su PV. Los animales se distribuyeron en tres tratamientos ( $N = 10$  / tratamiento) utilizando un diseño experimental de bloques al azar. Los tratamientos consistieron: 1) 0.033 g de Monensina por kg MS de TRM ofrecida “**MON**”; 2) 0.35g de Anavrin® cada 100kg PV “**Anavrin®**” o 3) ambos



moduladores suministrados cada uno a igual dosis que en los tratamientos anteriores “**Anavrin®+MON**”. Tanto el Anavrin como la monensina se adicionaron de acuerdo con las indicaciones de los respectivos fabricantes. En cada tratamiento 4 animales fueron implantados con catéter ruminal permanente para muestreo de ambiente ruminal.

#### **Experimento II: Combinación de la dieta TMR con forraje fresco en dietas conteniendo Anavrin.**

Para este experimento se emplearon 20 novillos, que se alimentaron dos veces al día (11:00 y 16:00h) con una misma TMR (65.0% MS, 12.8% PC y 23.0% FDN) compuesta por grano de maíz molido, harina de soja, heno, núcleo vitamínico-mineral y Anavrin® (0.35g/100kg PV) se distribuyeron en dos tratamientos (N = 10 / tratamiento) utilizando un diseño experimental de bloques al azar. Los tratamientos consistieron: 1) alimentación con TMR ofrecida (kg de MS / d) al 2.8% de su PV “**TMR**” o 2) 1.7% de PV en MS de PMR, más la oferta *ad libitum* de FF (22.1% MS, 14.5% PC, 50.3%FDN) de una pastura mezcla de alfalfa “**PMR+FF**”. En cada tratamiento 4 animales fueron implantados con catéter ruminal permanente para muestreo de ambiente ruminal.

La duración total de los experimentos fue de 60d, con tres períodos de mediciones de 6d cada uno. Los novillos se pesaron cada 12d, dos días consecutivos a la misma hora (8:00h). El CMS individual se midió mediante pesaje de la TMR y FF ofrecida y rechazada, en los tres períodos de mediciones, durante 5d consecutivos, comenzando los días 20, 34 y 48. Se obtuvieron muestras de contenido ruminal para la determinación de pH, ácidos grasos volátiles (**AGV**) y amoníaco (**NH<sub>3</sub>**). Durante 1d en ocho horarios (9:30; 13:00; 15:00; 17:00; 19:00; 21:00; 3:00 y 9:30h) los días 19, 33 y 47 de cada periodo de medición. El pH se midió con pH-metro digital inmediatamente a la extracción, posteriormente se determinó la concentración de NH<sub>3</sub> mediante espectrofotometría Weatherburn., (1967) y de AGV por HPLC según Adams et al., (1984).

### **3. Resultados y discusión**

#### **Experimento I:**

**Tabla 1.** CMS, PV, GMD y eficiencia de conversión, de novillos alimentados con TMR y aditivos.

Item	<i>Tratamientos<sup>1</sup></i>				<i>P-valor</i>		
	Anavrin® <sup>2</sup>	MON	Anavrin®+MON	EEM	T	H	T × H
<i>Consumo</i>							
CMS, kg/d	12.3 <sup>a</sup>	11.8 <sup>ab</sup>	11.3 <sup>b</sup>	0.46	0.02	-	-
<i>Performance</i>							
Peso Inicial, kg	447.1	440.9	435.9	11.50	0.62	-	-
Peso Final, kg	534.7	519.8	516.3	15.26	0.33	-	-
GMD, kg, 60d	1.5	1.3	1.4	0.10	0.40	-	-
ECA, kg CMS/kg GMD	8.7	9.1	8.9	0.66	0.90	-	-

<sup>a,b</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes (p<0,05). <sup>x,y</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia (0,05<p<0,1). <sup>1</sup>Tratamientos: “**MON**” 0.033 g de Monensina por kg MS de TMR ofrecida; “**Anavrin®**” 0.35g de Anavrin® cada 100kg PV y “**Anavrin®+MON**” ambos moduladores suministrados cada uno a igual dosis que en los tratamientos anteriores. Todos los tratamientos usaron como dieta base una TMR (65.0% MS, 12.8% PC y 23.0% FDN) compuesta por grano de maíz molido, harina de soja, heno, núcleo vitamínico-mineral; al 2.8% de su PV (kg MS/d). <sup>2</sup> Anavrin®: Vets Europe SAGL, Switzerland.



**Tabla 2.** Fermentación ruminal, de novillos alimentados con TMR y aditivos.

Item	Tratamientos <sup>1</sup>				P-valor		
	Anavrin® <sup>2</sup>	MON	Anavrin®+MON	EEM	T	H	T × H
<i>Fermentación Ruminal</i>							
pH	6.0	5.8	5.9	0.06	0.18	<.001	0.94
AGV, mM	127.3	123.4	119.4	8.80	0.75	0.002	0.03
Acético, mM	67.0	63.6	56.3	5.39	0.15	0.004	0.05
Propiónico, mM	44.2	42.6	49.7	5.90	0.50	0.005	0.11
Butírico, mM	16.2 <sup>ab</sup>	18.4 <sup>a</sup>	14.4 <sup>b</sup>	1.77	0.01	0.003	0.01
Acético, %	53.7	50.1	47.4	3.51	0.37	<.001	0.10
Propiónico, %	33.3 <sup>y</sup>	34.9 <sup>x, y</sup>	42.1 <sup>x</sup>	3.27	0.06	<.001	0.84
Butírico, %	13.0 <sup>ab</sup>	14.7 <sup>a</sup>	11.5 <sup>b</sup>	1.42	0.02	0.21	0.18
Acético/Propiónico	1.7	1.5	1.1	0.26	0.18	0.001	0.81
NH <sub>3</sub> , mg/dl	32.8	26.3	22.9	8.20	0.684	<.001	0.90

<sup>a,b</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes ( $p<0,05$ ). <sup>x,y</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia ( $0,05< p<0,1$ ). <sup>1</sup>Tratamientos: “**MON**” 0.033 g de Monensina por kg MS de TMR ofrecida; “**Anavrin®**” 0.35g de Anavrin® cada 100kg PV y “**Anavrin®+MON**” ambos moduladores suministrados cada uno a igual dosis que en los tratamientos anteriores. Todos los tratamientos usaron como dieta base una TMR (65.0% MS, 12.8% PC y 23.0% FDN) compuesta por grano de maíz molido, harina de soja, heno, núcleo vitamínico-mineral; al 2.8% de su PV (kg MS/d). <sup>2</sup> Anavrin®: Vetus Europe SAGL, Switzerland.

La GMD estuvo acorde a la esperada para la dieta suministrada. En estas condiciones la performance productiva (GMD y ECA) fue similar al utilizar Anavrin® o Monensina y es consistente con los similares parámetros de fermentación ruminal. La combinación “**Anavrin®+MON**” presentó similares resultados con un menor CMS y concentración de butirato. La principal conclusión es que la inclusión de Anavrin® condujo a resultados similares a los de Monensina, sin mejorar con la combinación de ambos aditivos. Será de interés evaluar la biota ruminal y el metabolismo intermedio de estos productos para poder explicar mejor estos hallazgos, así como profundizar los estudios sobre el efecto de Anavrin® sobre las emisiones de metano.



**Experimento II:**

**Tabla 3.** CMS, PV, GMD y eficiencia de conversión de novillos alimentados con TMR vs dieta mixta.

Item	Tratamientos <sup>1</sup>			P-valor		
	TMR	PMR+FF	EEM	T	H	TxH
<i>Consumo</i>						
TMR, kg	12.1	7.4	0.46	<.001	-	-
Alfalfa, kg	-	5.1	0.4	-	-	-
Total, kg	12.1	12.5	0.64	0.17	-	-
Alfalfa, % en la dieta	-	39.7	1.44	-	-	-
<i>Performance</i>						
Peso Inicial, kg	447.1	436.4	19.57	0.71	-	-
Peso Final, kg	534.7	509.1	22.07	0.19	-	-
GMD, kg, 60d	1.5 <sup>x</sup>	1.2 <sup>y</sup>	0.09	0.07	-	-
ECA, kg CMS/kg	8.7 <sup>y</sup>	11.0 <sup>x</sup>	0.81	0.07	-	-
GMD						

<sup>a,b</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes ( $p<0,05$ ). <sup>x,y</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia ( $0,05< p<0,1$ ). <sup>1</sup>Tratamientos: “**MON**” 0.033 g de Monensina por kg MS de TMR ofrecida; “**Anavrin®**” 0.35g de Anavrin® cada 100kg PV y “**Anavrin®+MON**” ambos moduladores suministrados cada uno a igual dosis que en los tratamientos anteriores. Todos los tratamientos usaron como dieta base una TMR (65.0% MS, 12.8% PC y 23.0% FDN) compuesta por grano de maíz molido, harina de soja, heno, núcleo vitamínico-mineral; al 2.8% de su PV (kg MS/d).<sup>2</sup> Anavrin®: Vets Europe SAGL, Switzerland.



**Tabla 4.** Fermentación ruminal de novillos alimentados con TMR vs dieta mixta.

Item	Tratamientos <sup>1</sup>			P-valor		
	TMR	PMR+FF	EEM	T	H	T×H
<i>Fermentación Ruminal</i>						
pH	6.0 <sup>b</sup>	6.2 <sup>a</sup>	0.06	0.05	<.001	0.17
AGV, mM	127.3	128.7	11.42	0.69	<.001	0.06
Acético, mM	67.7	75.4	4.74	0.25	0.01	0.16
Propiónico, mM	42.5 <sup>a</sup>	25.6 <sup>b</sup>	5.29	0.03	<.001	0.08
Butírico, mM	16.3	18.0	1.65	0.33	<.001	0.02
Acético, %	54.2 <sup>b</sup>	64.0 <sup>a</sup>	1.58	<.001	0.01	0.53
Propiónico, %	32.5 <sup>a</sup>	21.5 <sup>b</sup>	2.36	<.001	0.05	0.185
Butírico, %	13.3	14.5	0.99	0.40	0.30	0.11
Acético/Propiónico	1.8	3.1	0.2	<.001	0.01	0.10
NH <sub>3</sub> , mg/dl	33.0	32.5	9.57	0.967	<.001	0.93

<sup>a,b</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice son diferentes ( $p<0,05$ ). <sup>x,y</sup> En una misma fila, valores con diferente superíndice indican tendencia ( $0,05< p<0,1$ ). <sup>1</sup>Tratamientos: “**MON**” 0.033 g de Monensina por kg MS de TMR ofrecida; “**Anavrin®**” 0.35g de Anavrin® cada 100kg PV y “**Anavrin®+MON**” ambos moduladores suministrados cada uno a igual dosis que en los tratamientos anteriores. Todos los tratamientos usaron como dieta base una TMR (65.0% MS, 12.8% PC y 23.0% FDN) compuesta por grano de maíz molido, harina de soja, heno, núcleo vitamínico-mineral; al 2.8% de su PV (kg MS/d).<sup>2</sup> Anavrin®: Vets Europe SAGL, Switzerland.

La dieta final que consumieron los animales del tratamiento PMR+FF tuvo un 40% de la materia seca consumida total como FF. En estas condiciones no disminuyó el CMS, pero el menor valor nutricional del FF respecto a la TMR llevó a una tendencia a disminuir la GMD y la ECA. La inclusión de forraje afectó la fermentación ruminal de forma esperable, aumentando la proporción de acetato y disminuyendo la proporción de propionato. La inclusión de forraje fresco en la dieta de los novillos en terminación podría tener implicancias positivas en los costos de alimentación sin afectar negativamente la productividad. Sería interesante contar con estudios acerca de la composición de la carne para ambos sistemas de alimentación.

#### 4. Conclusiones

**Experimento I:** La inclusión de Anavrin® condujo a resultados similares a los de Monensina. La combinación de ambos aditivos no mejoró, en términos globales, las variables evaluadas.

**Experimento II:** La combinación de una dieta TMR contenido Anavrin con forraje fresco resultó en una incorporación de un 40% de forraje fresco en la dieta. El consumo de MS se mantuvo, pero se observó una tendencia a disminuir la GMD y la ECA, mientras que a nivel ruminal aumentó la proporción de acetato y disminuyó la de propionato.



## 5. Bibliografía

1. Adams, R.F.; Jones, R.L. and Conway, P.L. (1984). High-performance liquid chromatography of microbial acid metabolites. Elsevier Science Publishers B.V. 336:125-137.
2. Calsamiglia, S.; Busquet, M.; Cardozo, P. W.; Castillejos, L. and Ferret, A. (2007). Invited Review: Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580–2595.
3. Castillejos, L.; Calsamiglia, S. and Ferret, A. (2006). Effect of Essential Oil Active Compounds on Rumen Microbial Fermentation and Nutrient Flow in In Vitro Systems. *J. Dairy Sci.* 89:2649–2658.
4. Griswold, K. E.; Apgar, G. A.; Robinson, R. A.; Jacobson, B. N.; Johnson, D.; and Woody, H. D. (2003). Effectiveness of short-term feeding strategies for altering conjugated linoleic acid content of beef. *J. Anim. Sci.* 81:1862–1871.
5. Weatherburn, M.W. (1967). Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical Chemistry.* V. 39, p. 971-974.