

Uso de monensina y virginiamicina en el engorde a corral de vaquillonas basado en maíz entero

Publicado online 06 de abril de 2022

Pordomingo, A.J.^{1,2}; Gelid, L.¹; Pordomingo, A.B.^{1,3}; Baliño, P.⁴; Bressan, E.⁵

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la inclusión de la combinación de virginiamicina (Vi) y monensina (Mo) en una dieta de engorde basada en maíz entero. Ciento noventa y dos vaquillonas Angus de 330 ± 38 kg de peso vivo (PV) fueron asignadas en grupos de 4 en 48 corrales. Los corrales fueron distribuidos al azar a la combinación de tratamientos resultantes de la combinación factorial de 3 dietas (Dieta) y 2 grados de terminación (GT). El factor Dieta consistió en el uso de aditivos en una dieta basada en maíz entero: SA (sin Mo y sin Vi), Mo (con inclusión de Mo) y MoVi (con Mo y Vi). El factor GT se definió en 2 grados de terminación medido en cobertura subcutánea dorsal (EGD) combinado con peso a faena. El primero, GT1, tuvo por meta 6 a 7 mm de EGD y 440 a 450 kg PV y el segundo, GT2, 8 a 9 mm y 470 a 480 kg PV. Alcanzada la primera meta a los 82 días se procedió a la faena de los animales de los corrales de GT1. El grupo GT2 alcanzó la segunda meta a los 96 días. La dieta se basó en maíz entero, heno de mijo picado y un concentrado proteico con minerales, vitaminas. Se realizaron determinaciones ecográficas de EGD cada 15 días a partir del día 60 del experimento. Los animales se pesaron los días 0, 32, 82 y 96 de estudio y se calculó el ADPV parcial entre pesadas y global. Adicionalmente se realizaron determinaciones ecográficas de EGD y área de ojo de bife (AOB) el día 0. El consumo diario de materia seca fue registrado continuamente y reportado en términos absolutos (CMS) y en relación con el PV (CMSPV). La eficiencia de conversión (EfC) se calculó como ADPV/CMS para la duración de cada GT. A la faena se realizaron determinaciones de peso de res (PR) y rendimiento de res en caliente (Rres). Setenta y dos horas después se determinaron AOB y EDG sobre la sección de músculo *Longissimus thoracis* en corte transversal a la altura de la 10.^a costilla de la ½ res izquierda. Tanto para GT1 como GT2 no se detectaron efectos de Dieta ($P \geq 0,93$) en PV de las pesadas parciales o finales. En GT1, el ADPV entre los 32 y 82 días resultó superior ($P < 0,05$) para MoVi, comparado con SA, e intermedio para Mo. En ambos GT, el CMS y el CMSPV resultaron mayores ($P < 0,05$) para SA, comparado con MoVi ($P < 0,05$) e intermedio para Mo. La EfC de MoVi resultó 20 y 17% superior ($P < 0,01$) a la de SA y 9 y 7% mayor a la de Mo ($P < 0,05$) en GT1 y GT2, respectivamente. Por su parte, la EfC de Mo resultó 9% superior ($P < 0,01$) a la de SA en ambos GT. Tanto en GT1 como en GT2 no se detectaron ($P > 0,05$) efectos de Dieta en PR, Rres, EGD o AOB. La inclusión de la combinación de Mo y Vi permitió controlar el CMS y mejorar la EfC. La mejora no tuvo efectos diferenciales sobre los principales parámetros de la res.

Palabras clave: virginiamicina, monensina, vaquillonas, engorde a corral.

ABSTRACT

This experiment studied the effects of the combination of monensin (Mo) and virginiamycin (Vi) included in a whole corn-based diet for feedlot finished Angus heifers. A group of 192 330 ± 38 kg Angus heifers were allocated to 48 pens, in groups of 4. A factorial arrangement of 3 diets (DT) x 2 finishing degrees (FD) were imposed randomly on the 48 pens. Factor DT was comprised of 3 diets: NA (Base diet without Mo and Vi), Mo (Base diet + Mo; 30 mg a.i./

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Anguil, Ruta Nacional N.º 5, km 580, (6326), Anguil, La Pampa. Correo electrónico: pordomingo.anibal@inta.gob.ar

²Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ciencias Veterinarias, calle 6, esquinale 116 (L6360), Gral. Pico, La Pampa.

³Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Av. Uruguay 151, (L6300), Santa Rosa, La Pampa.

⁴Gente de La Pampa, S.A. Wilde 1469, (L6304), Santa Rosa, La Pampa.

⁵Phibro Corp. GKF Area de Promoción El Triángulo Buenos Aires AR, Rutherford 4503, (B1615), Grand Bourg, provincia de Buenos Aires.

kg MS), and MoVi (Base diet + Mo + Vi, 30 and 25 mg a.i./kg MS, respectively). Factor FD included: FD1 (harvest at 6 to 7 mm of back fat thickness -BFT, and 440 to 450 kg live weight -LW-), and FD2 (harvest at 8 to 9 mm of back fat thickness -BFT, and 470 to 480 kg live weight -LW-). Animals from FD1 reached the harvest point after 82 days of feeding, and animals from FD2 at 92 days. The diet was based on whole corn, chopped millet hay and a protein concentrate including a vitamin and mineral premix. Ultrasound determinations for BFT were performed every 15 days, starting on day 60 of study. Individual body weights (BW) were recorded on days 0, 32, 82 and 96. Average daily gain (ADG) was calculated for each partial period and the duration of each FD. In addition, animals were ultrasounded for BFT and REA on day 0. Daily dry matter intake was determined continuously for the average animal for each pen. The absolute average (DMI) and DMI relative to BW (DMIBW) for the period of each FD were registered for analysis and further calculations. Global feed efficiency (FE = ADG/DMI) was calculated for each FD. Upon harvest, carcass weight (CW), carcass yield (CY) were recorded for each animal. Seventy-two hours later, BFT and REA were determined on the Longissimus thoracis section at the 10th rib level of each left ½ carcass. No DT effects were detected ($P \geq 0,93$) on partial or global BW. In FD1, MoVi had greater ($P < 0,05$) ADG than SA for the 32-to-82-day period. In FD2, no DT effects ($P > 0,16$) on ADG were detected. In both FD, DMI and DMIBW were greater ($P < 0,01$) for NA, compared with MoVi, and Mo was intermediate. For FD1 and FD2, respectively, FE of MoVi resulted 20 and 17% greater ($P < 0,01$) than FE of SA, and 9 and 7% greater ($P < 0,05$) than FE of Mo. No DT effects were detected ($P > 0,05$) in CY, CW, REA and BFT in either FD1 or FD2. Adding Vi+Mo in whole corn-based finishing diet improved FE of feedlot heifers. Such improvement did not affect main carcass parameters.

Keywords: monensin, virginiamycin, heifers, feedlot fattening.

INTRODUCCIÓN

Los antibióticos son de uso generalizado en la alimentación a corral. Monensina (Mo) es de elección universal, con efectos conocidos sobre la fermentación y consumo (Barreras *et al.*, 2013; Ellis *et al.*, 2012; Wood *et al.*, 2016), incluso para el control del empaste sobre leguminosas (Bauer *et al.*, 1995) o del estrés animal en dietas de recepción y acostumbamiento (Duff y Galyean, 2007). Por su parte, virginiamicina (Vi) es un antibiótico no ionóforo, producido por *Streptomyces virginiae*, principalmente activo sobre la población de bacterias Gram positivas (Cocito, 1979).

La investigación sobre el uso de Vi estuvo vinculada a la protección ruminal (Salinas-Chavira *et al.*, 2009, 2016; Nuñez *et al.*, 2013; Tedeschi y Gorocica, 2018). Los efectos serían consecuencia indirecta de la reducción de la proliferación de las bacterias lácticas, la menor incidencia de acidosis (Coe *et al.*, 1999; Tedeschi y Gorocica, 2018). Basados en 26 estudios que incluyeron 7156 animales, Tedeschi y Gorocica (2018) concluyeron que Vi tendría su mayor efectividad a 24 mg/kg de MS. Algunos estudios (Ravindran *et al.*, 1984; Ives *et al.*, 2002; Agudelo *et al.*, 2007) consideran también que Vi podría reducir la actividad de desaminación de las proteínas en el rumen y mejorar la absorción posruminal de nutrientes.

Estudios recientes sobre Vi (Montano *et al.*, 2015; Salinas-Chavira *et al.*, 2016; Benatti *et al.*, 2017) indicaron que su inclusión en la dieta con Mo permite mejorar la eficiencia de conversión sin deprimir el consumo en la fase final del engorde, pero la información no es concluyente. Adicionalmente, no se tiene información en dietas basadas en grano entero sin restricción de consumo.

El presente experimento estudió la respuesta productiva del uso de la combinación de Mo y Vi (MoVi) comparada con la Mo solamente (Mo) y la ausencia de ambos (SA) en vaquillonas en engorde, con dietas basadas en grano entero de maíz a dos grados de terminación (GT), diferentes en engrasamiento subcutáneo y peso final, dentro del rango comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio y tratamientos

La investigación tuvo lugar en el campo de la Estación Experimental de INTA en Anguil, La Pampa. Se utilizaron 192 vaquillonas Angus de un PV medio de 330 ± 38 kg. Se distribuyeron al azar de a 4 en 48 corrales de alimentación. Sobre los corrales se impusieron 3 tratamientos de dieta (DT) y 2 grados de terminación (GT) en un arreglo factorial de 3×2 , con 8 repeticiones (corrales) por combinación de factores.

Los tratamientos DT fueron: SA (dieta de base sin Mo y sin Vi), Mo (dieta de base + Mo, 30 mg i.a./kg MS) y MoVi (Dieta de base + Mo y Vi, 30 y 25 mg i.a./kg MS de alimento). Monensina se incorporó en la forma de Rumensin™200 (Elanco, Animal Health, Eli Lilly, Indiana, EUA) y Vi en la forma de Stafac™500 (Phibro, Animal Health Corp. BA, Argentina), dependiendo del tratamiento. Los GT fueron: GT1 (6 a 7 mm de EGD promedio por corral -determinada por ultrasonografía dorsal entre la 10.^a a 11.^a costilla a 5 cm de la línea media del lado izquierdo del animal- y 440 a 450 kg de PV) y GT2 (de 8 a 9 mm de EGD y 470 a 480 kg de PV).

Dieta y suministro

La dieta se basó en maíz entero, heno de mijo picado y un concentrado proteico con minerales y vitaminas (tabla 1). La combinación de los antibióticos para generar los tratamientos antes descriptos se incluyó en el concentrado proteico previo al pelleteado. La dieta fue la misma para todos los DT y se formuló para lograr un ADPV del 1,200 a 1,400 kg/día en terminación de vaquillonas de raza británica de acuerdo con NRC (2000) (tabla 1).

El alimento se ofreció una vez al día totalmente mezclado, estimado para un excedente diario del 10 al 15% (en base tal cual). Todos los días, previo al suministro se hizo lectura de comedero para ajustar la oferta del día siguiente. Se midió el consumo por corral continuadamente en períodos de 3 días. A

Ingredientes, %	
Grano maíz entero	78,9
Harina de soja	12,0
Heno de mijo	5,0
Urea	0,6
Premezcla vitamínica y mineral	2,5
Composición nutricional	
PB, %	14,2
FDN, %	12,8
FDA, %	9,1
EM, Mcal/kg MS	2,95
ENm, Mcal/kg MS	1,87
ENg, Mcal/kg MS	1,31

Tabla 1. Composición de la dieta (base MS).

MS = Materia seca

PB = Proteína bruta

FDN = Fibra detergente neutro

FDA = Fibra detergente ácido

EM = Energía metabolizable (NRC, 2000)

ENm = Energía neta para mantenimiento (NRC, 2000)

ENg = Energía neta para ganancia de peso (NRC, 2000)

tal fin, cada 3 días se retiró y pesó el remanente de cada corral previo al nuevo suministro. Se restó el peso del remanente del ofrecido acumulado y dividió por la cantidad de días correspondientes a los suministros correspondientes. Se asignó un valor medio de consumo por animal y por corral a cada uno de los días. Los consumos fueron corregidos por materia seca (MS), obteniendo el dato de consumo de materia seca (CMS) para el animal promedio de cada corral para cada período y la totalidad del ensayo.

Se recolectaron muestras del ofrecido y del remanente de cada corral en cada evento de medición de consumo. Se generó una muestra compuesta mensual por tratamiento y corral, tanto para consumo como remanente, para determinar el contenido de MS. El contenido de MS se determinó por secado en estufa a 60 °C hasta peso constante (AOAC, 2000). Las muestras se molieron en molino Willey (a 5 mm). Una muestra compuesta del ofrecido de todos los corrales y de todo el experimento se analizó por contenido de proteína bruta (PB) y extracto etéreo (EE) de acuerdo con metodologías AOAC (2000), y contenido de fibra detergente ácido (FDA, %) y neutro (FDN, %) de acuerdo con Van Soest *et al.* (1991). Se calculó la concentración de energía metabolizable (EM), y de energía neta para mantenimiento (ENm) y para ganancia de peso (ENg) de la dieta de acuerdo a NRC (2000).

Peso vivo y faena

Se determinó el PV los días 0, 32, 82 y 96 de iniciado el experimento, con desbaste previo de 17 horas por la mañana. Con los datos de PV se calcularon los ADPV entre pesadas y del experimento para cada meta de terminación. A partir del dato de CMS y el ADPV se calculó la eficiencia de conversión (EfC) del alimento a PV como ADPV/CMS.

Para decidir del momento final de cada GT se realizaron determinaciones ecográficas de AOB y EGD semanales luego de los 60 días de iniciado el experimento sobre la sección dorsal del lado izquierdo del animal, a 2,5 cm de la línea media, transversal al músculo *longissimus thoracis*, sobre la región intercostal entre la 10.^a y 11.^a costilla. Se realizó una determinación ecográfica de AOB y EGD al inicio del experimento para verificar la homogeneidad inicial.

A los 82 días de alimentación se consideró alcanzada la meta de faena para GT1 (superados el PV mínimo objetivo y los 6 mm de EGD en el 95% de los animales) y se procedió a la faena de las 96 vaquillonas correspondientes a ese factor (8 corrales de cada DT asignados al azar al inicio del experimento). El grupo GT2 continuó por un período de 14 días hasta alcanzar la segunda meta de EGD y PV.

En cada caso, los animales se trasladaron a un frigorífico comercial a 30 km del sitio experimental. Cumplidas las 12 horas desde el arribo, los animales se faenaron y realizaron inmediatamente las determinaciones de peso de res (PR). Se calculó el rendimiento en res caliente (Rres, % = PR/PV desbastado*100). Se utilizó el PV de la última pesada de cada animal (con desbaste de 17 horas) sobre la que se aplicó el factor 0,97 como corrección por desbaste promedio adicional (desbaste promedio en pesadas de camión entre el campo y planta de faena determinado en envíos previos). Al momento de la despostada, 72 horas después de la faena, se determinaron área de ojo del bife (AOB) y el EGD. A tal fin se seccionó transversalmente la ½ res izquierda a la altura de la 10.^a costilla y se expuso la sección del bife. Sobre este se determinó el EGD con regla milimetrada a 5 cm de la línea media del animal. Seguidamente se calculó el área de la sección expuesta del músculo LT para el cálculo del área por planimetría posterior.

Análisis estadístico

Los efectos de tratamientos se sometieron a un análisis de varianza basado en un diseño de parcela dividida (Split-plot) completamente aleatorizado con un arreglo factorial de 3 DT (SA, Mo y VI+Mo) x 2 GT (GT1 y GT2), incluyendo DT en la parcela principal y GT en la subparcela de acuerdo al modelo: $Y_{ij} = \mu + DT_i + GT_j + (DT*GT)_{ij} + DT_{ij}*(P) + e_{ij}$, donde Y_{ij} = observación, μ = media general, DT_i = efecto fijo de DT, GT_j = efecto fijo de GT, $(DT*GT)_{ij}$ = interacción de efectos fijos, $DT_{ij}*(P)$ = error experimental para tratamiento, y e_{ij} = error (residual). Las interacciones entre factores se consideraron significativas al nivel $P < 0,05$. El factor tratamiento se evaluó usando $DT_{ij}*(GT)$. El factor GT y la interacción $DT*GT$ se evaluaron utilizando el error residual (Proc GLM, SAS, 2002). Se utilizó el corral expresado en su animal promedio como repetición. Las medias se separaron por Tukey, considerándolas significativas al nivel $P \leq 0,05$ (SAS, 2002). El análisis estadístico para la identificación de interacciones entre DT y el período entre pesadas, como efectos de DT en PV parciales dentro de cada GT se realizó a partir de un diseño de parcela dividida para cada GT (GLM, SAS, 2002). En este modelo para GT1 se incluyeron 3 eventos de pesada y 2 períodos entre pesadas para GT2, 4 y 3.

RESULTADOS

En GT1 (tabla 2) no se detectaron efectos de DT en el PV a los 32 días ($P = 0,97$) o previo a la faena ($P = 0,93$). Tampoco

se detectaron efectos sobre el ADPV a los 32 días ($P = 0,59$) de iniciado el experimento o sobre el ADPV luego de 82 días ($P = 0,09$). Se detectó un efecto ($P \leq 0,01$) para el ADPV entre los 32 y 82 días. En ese período el ADPV fue superior para MoVi comparado con SA ($P < 0,05$) e intermedio para Mo. Se detectaron efectos ($P < 0,05$) de tratamientos en CMS, CMSPV y EfC. Tanto el CMS como en CMSPV resultaron mayores para SA, comparado con MoVi ($P < 0,05$) e intermedio para Mo. El CMS fue 16,4% mayor para SA respecto de MoVi. El efecto fue muy evidente en EfC ($P < 0,01$). El tratamiento MoVi tuvo la mejor EfC. En términos relativos, MoVi tuvo una EfC 20% mayor que SA y 9% mayor que Mo ($P < 0,05$). La EfC de Mo fue 10% mayor que la de SA.

En GT2 (tabla 3) se verificaron efectos similares a los observados en GT1. No se detectaron efectos en PV a los 32 ($P = 0,96$), a los 82 ($P = 0,99$) o a los 96 días ($P = 0,99$). Tampoco se detectaron efectos en el ADPV global ($P = 0,58$) o entre las pesadas intermedias ($P \geq 0,12$). Se detectaron efectos en CMS ($P < 0,01$), CMSPV ($P = 0,04$) y EfC ($P < 0,01$). El tratamiento SA tuvo mayor CMS ($P = 0,02$) y CMSPV ($P = 0,01$) que MoVi. Por su parte, Mo resultó intermedio en CMS y CMSPV y no se diferenció

($P > 0,05$) de ambos. La figura 1 grafica el CMS semanal por animal promedio de GT2. Los promedios semanales de CMS fueron inferiores ($P < 0,05$) para el grupo MoVi en la mayoría de las determinaciones semanales respecto de SA. Sin embargo, Mo no se diferenció de MoVi en los promedios semanales ($P > 0,05$). La EfC de MoVi fue 17% superior a la de SA y 7% superior a la de Mo. La EfC de Mo resultó 9% superior a SA. Finalmente, no se detectaron ($P > 0,34$) efectos del suministro de MoVi, respecto del SA y Mo en Rres, PR, AOB y EGD en GT1 o GT2 (tablas 2 y 3).

DISCUSIÓN

Con la inclusión de Mo se espera un efecto depresor del CMS (Pordomingo *et al.*, 1999a,b; Duffield *et al.*, 2012), pero no suficiente evidencia de un efecto semejante con Vi. Estudios previos sobre el uso de Vi tienden a coincidir en efectos de mejora de la EfC, pero existen divergencias respecto de los factores contribuyentes. Rogers *et al.* (1995) reportaron que la suplementación con Vi en el rango de 19,3 a 27,3 mg/kg de alimento permitiría incrementar el ADPV y en el rango de

	SA	Mo	MoVi	EEM	P*
Peso vivo, kg					
día 0	330	330	329	9,9	0,99
día 32	396	395	393	10,5	0,97
día 82	452	457	457	10,4	0,93
Aumento diario de peso vivo, kg/día					
día 0 a 32	2,08	2,05	1,99	0,06	0,59
día 33 a 82	1,12 ^a	1,23 ^{ab}	1,29 ^b	0,04	< 0,01
día 0 a 82	1,49	1,55	1,56	0,02	0,09
Consumo y eficiencia de conversión					
CMS, kg	10,6 ^b	10,2 ^{ab}	9,1 ^a	0,26	< 0,01
CMSPV, %	2,73 ^b	2,57 ^{ab}	2,38 ^a	0,05	< 0,01
EfC, g/kg	140	154	168	3,9	< 0,01
Parámetros de la res					
Rres, %	58,0	58,8	58,9	0,31	0,53
Peso res, kg	258	263	262	6,12	0,85
AOB* 0 días, cm ²	47,6	47,3	47,4	0,86	0,97
AOB 82 días, cm ²	57,9	58,2	58,2	0,78	0,96
EGD* 0 días, mm	3,9	4,0	3,9	0,02	0,90
EGD 82 días, mm	7,1	7,1	6,9	0,20	0,56

Tabla 2. Efecto de la inclusión de monensina (Mo) o monensina + virginiamicina (MoVi) en una dieta con base en grano entero de maíz sobre la producción y eficiencia de terminación de vaquillonas a corral alimentadas durante 82 días.

* Probabilidad de $F > F_0$ (SAS, 2002)

^{a, b y c} Medias en filas con diferente letra difieren $P < 0,05$ (Tukey)

CMS = Consumo de materia seca

CMSPV = CMS en relación con el peso vivo

EfC = ADPV/CMS (g/kg)

Rres = Rendimiento de res en caliente

AOB = Área de ojo del bife

EGD = Espesor de grasa dorsal

* Determinación ecográfica

	SA	Mo	MoVi	EEM	P*
Peso vivo, kg					
día 0	330	329	329	14,7	0,99
día 32	398	398	393	14,9	0,96
día 82	455	457	458	15,1	0,99
día 96	473	473	475	15,1	0,96
Aumento diario de peso (ADPV), kg/día					
día 0 a 32	2,13	2,16	2,01	0,11	0,52
día 32 a 82	1,13	1,18	1,30	0,06	0,16
día 82 a 96	1,29	1,11	1,26	0,07	0,12
día 0 a 96	1,49	1,49	1,53	0,03	0,58
Consumo y eficiencia de conversión					
CMS, kg	10,8 ^b	10,1 ^{ab}	9,6 ^a	0,04	< 0,01
CMSPV, %	2,7 ^b	2,5 ^{ab}	2,4 ^a	0,08	0,04
EfC, g/kg	137 ^c	149 ^b	160 ^a	4,8	< 0,01
Parámetros de res					
Rres, %	59,7	60,0	60,4	0,32	0,34
Peso de la res, kg	263	266	268	8,5	0,92
AOB* 0 días, cm ²	47,3	47,3	47,3	1,23	0,98
AOB 96 días, cm ²	64,8	65,9	65,9	1,28	0,71
EGD* 0 días, mm	3,9	3,9	3,9	0,2	0,98
EGD 96 días, mm	8,4	8,7	8,4	0,35	0,65

Tabla 3. Efecto de la inclusión de monensina (Mo) o monensina + virginiamicina (MoVi) en una dieta con base en grano entero de maíz sobre la producción y la eficiencia de vaquillonas pesadas en terminación a corral durante 96 días.

* Probabilidad de $F > F_0$ (SAS, 2002)

^{a, b y c} Medias en filas con diferente letra difieren $P < 0,05$ (Tukey)

CMS = Consumo de materia seca

CMSPV = CMS en relación con el peso vivo

EfC = ADPV/CMS

Rres = Rendimiento de res en caliente

AOB = Área de ojo del bife

EGD = Espesor de grasa dorsal

* Determinación ecográfica

13,2 a 19,3 mg/kg la EfC. Silva *et al.* (2004) y Salinas-Chavira *et al.* (2016) reportaron que la inclusión de Vi en dietas de recría y terminación en feedlot incrementó uniformemente la utilización de la energía. Montano *et al.* (2015), en una síntesis de 7 experimentos en feedlot, reportaron un incremento del 4,6% del APV y 3,6% en EfC por suplementar con Vi (19 a 27 mg i.a./kg MS de alimento). Costa *et al.* (2015) reportaron 5,9% de mejora en energía neta, sin efectos sobre el ADPV al incorporar Vi a 27 mg i.a./kg MS.

El reporte de resultados sobre la combinación de Vi con Mo es escaso. Algunos trabajos (Millen *et al.*, 2015; Salinas-Chavira *et al.*, 2009, 2016; Benatti *et al.*, 2017) indican que Vi + Mo permitiría mejorar la EfC sin mayor depresión del CMS. En nuestro experimento el efecto más evidente a la combinación fue la mejora en EfC. Efecto que no se reflejó en parámetros de Rres, EGD o AOB.

En un metanálisis sobre casos europeos de engorde a corral con suplementación de Mo o Vi versus un control (sin inclusión

de antibiótico), Gorocica y Tedeschi (2017) reportaron mayor ADPV para Vi y Mo. En este caso, Vi superó a Mo en ADPV, sin diferenciarse los tratamientos en CMS o EfC. Sobre 26 estudios incluyendo 7156 animales, Tedeschi y Gorocica (2018) concluyeron que Vi incrementó el ADPV en 2,08 g por mg/kg MS, comparado con 0,92 g por mg/kg MS para Mo, sugiriendo que Vi resultó 2,3 veces más efectiva que Mo sobre el ADPV a la misma dosis y período de alimentación. Reportaron una consistente reducción de incidencia de abscesos hepáticos con la inclusión de Vi en el rango de 12 a 24 mg/kg MS. Justificaron la reducción principalmente en el incremento de la eficiencia ruminal en la transformación de la energía. Lemos *et al.* (2016) no detectaron diferencias al agregar Vi a dietas que incluyeron Mo en APV, CMS, EfC, PR, EGD y *marbling*; tampoco en parámetros de la fermentación ruminal con dosis similares al del presente experimento (AGV, N amoniacal, pH y densidad de protozoos).

En el presente experimento, el suministro de la combinación de ambos antibióticos redujo el CMS respecto del testigo SA. El

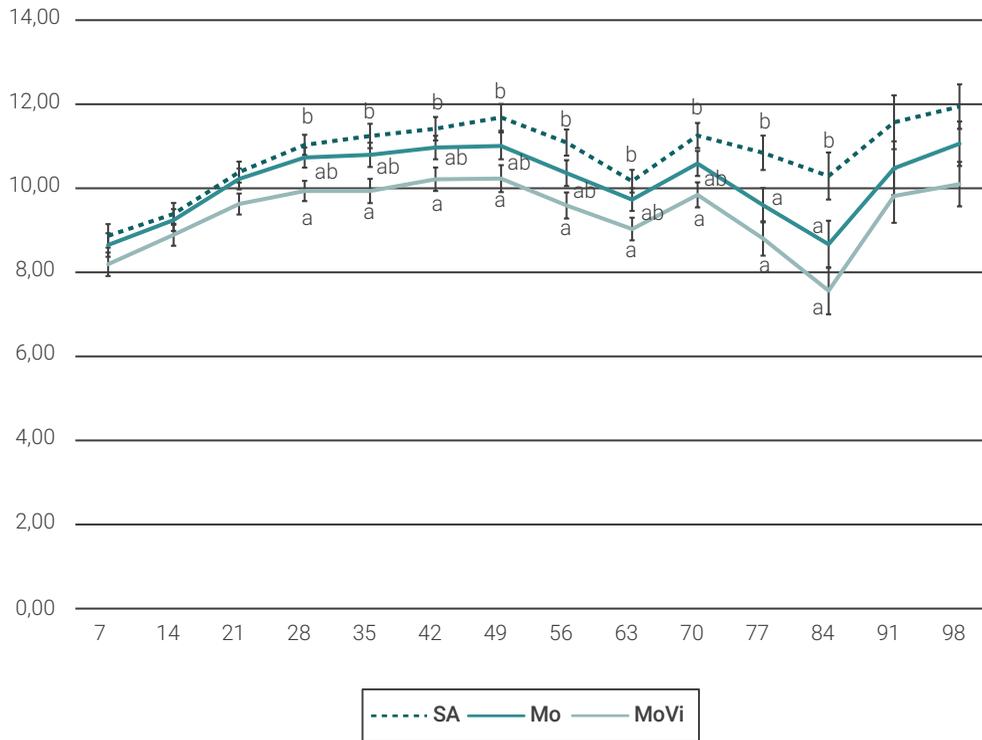


Figura 1. Evolución semanal del consumo de materia seca (CMS) promedio por tratamiento, sin aditivos (SA), con monensina (Mo) o con monensina y virginiamicina (MoVi) en la dieta de terminación de vaquillonas en engorde a corral durante 96 días. Medias dentro de día con distinta letra (a, b) difieren $P < 0,05$ (Tukey).

efecto no fue tan evidente respecto de Mo. Rigueiro *et al.* (2016) reportaron mejor adaptación con la inclusión de Vi a una dieta de alto almidón con Mo. Sugirieron también incorporar Vi solamente en la terminación con el objeto de evitar depresión del CMS.

En nuestro caso, el efecto de la incorporación de ambos antibióticos generó una respuesta en EfC, pero su diseño no permitió separar efectos confundidos con el nivel de CMS. Tampoco se estudiaron efectos de la combinación de antibióticos sobre la flora ruminal, las características de la fermentación y el flujo de nutrientes, o efectos asociados a la palatabilidad y el comportamiento ingestivo. No hay reportes en la literatura en este sentido.

A la luz del nivel de CMS y de producción alcanzado por SA en este experimento, la presunción de efectos únicamente de mitigación de acidosis subclínica no tendría suficiente justificación. Contrariamente a lo esperado, en SA se verificaron ADPV similares a los obtenidos con la inclusión de los antibióticos. Debe considerarse, sin embargo, que las condiciones de manejo y alimentación del presente experimento no serían las mismas que las de un engorde comercial. El número limitado de animales por corral, posiblemente poca competencia por espacio y alimento, el origen común de un mismo rodeo, igual historia previa, y con edad y PV similar pudieron haber minimizado efectos de competencia por alimento, irregularidad de consumo y disminuido la incidencia de acidosis subclínica derivados de la dieta de alto grano. Otro factor modulador de la acidosis ha sido posiblemente el suministro de grano entero con una liberación lenta del almidón, comparado con la tasa de degradación del almidón en granos procesados.

CONCLUSIONES

La combinación de Mo y Vi permitiría controlar el CMS y mejorar la EfC del alimento. El efecto sería mejorador de la EfC lograda con Mo solamente. La mejora en EfC no tendría efectos diferenciales sobre el Rres y la deposición de grasa subcutánea o el AOB. Los resultados sugieren que, en el contexto del experimento, Vi tuvo efectos sobre la EfC adicionales a su rol regulador mitigante de la acidosis. La magnitud de esos efectos tendría implicancias económicas relevantes en términos comerciales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al INTA, a INTeA SA, a las empresas Gente de La Pampa y Phibro Argentina SA por la provisión de insumos, instalaciones y animales para la realización de este estudio. Se agradece especialmente al personal de campo de la Estación Experimental Agropecuaria de INTA en Anguil, La Pampa.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, J.H.; LINDEMANN, M.D.; CROMWELL, G.L.; NEWMAN, M.C.; NIMMO, R.D. 2007. Virginiamycin improves phosphorus digestibility and utilization by growing-finishing pigs fed a phosphorus-deficient, corn-soybean meal diet. *J. Anim. Sci.* 85, 2173-2182.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 16th edition (AOAC, Arlington, VA).

BARRERAS, A.; CASTRO-PÉREZ, B.I.; LÓPEZ-SOTO, M.A.; TORRENTERA, N.G.; MONTAÑO, M.F.; ESTRADA-ANGULO, A.; RIOS, F.G.; DÁVILA-RAMOS, H.; PLASCENCIA, A.; ZINN, R.A. 2013. Influence of ionophore supplementation on growth performance, dietary energetics and carcass characteristics in finishing cattle during period of heat stress. *Asian Australasian J. Anim. Sci.* 26, 1553-1561.

- BAUER, M.L.; HEROLD, D.W.; BRITTON, R.A.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; YATES, D.A. 1995. Efficacy of laudlomycin propionate to reduce ruminal acidosis in cattle. *J. Anim. Sci.* 73, 3445-3454.
- BENATTI, J.M.B.; ALVEZ NETO, J.A.; DE OLIVEIRA, I.M.; DE RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R. 2017. Effect of increasing monensin sodium levels in diets with virginiamycin on the finishing of Nellore cattle. *Anim. Sci. J. (Japanese Society of Animal Sci)* 88, 1708-1714.
- COCITO, C. 1979. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. *Microbiol. Rev.* 43, 145-192.
- COE, M.L.; NAGARAJA, T.G.; SUN, WALLACE, Y.D.N.; TOWNE, E.G.; KEMP, K.E.; HUTCHESON, J.P. 1999. Effect of Virginiamycin on Ruminant Fermentation in Cattle During Adaptation to a High Concentrate Diet and During an Induced Acidosis. *J. Anim. Sci.* 77, 2259-2268.
- COSTA, A.J.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; ASSUMPCAO, J.J.; LEMEAND, R.; DUARTE, D.P. 2015. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nellore steers fed high concentrate diets. *Sci. Agric.* 70, 229-236.
- DUFF, G.C.; GALYEAN, M.L. 2007. Board-invited review: recent advances in management of highly stressed, newly received feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 85, 823-840.
- DUFFIELD, T.F.; MERRILL, J.K.; BAGG, R.N. 2012. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *J. Anim. Sci.* 90, 4583-4592.
- ELLIS, J.L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, S.E.; ARCHIBUEQUE, S.; FRANCE, J. 2012. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. *J. Anim. Sci.* 20, 2717-2726.
- GOROCICA, M.A.; TEDESCHI, L.O. 2017. A meta-analytical approach to evaluate the performance of cattle fed virginiamycin or monensin under feedlot conditions from seven European countries. *J. Anim. Sci.* 95 (S4), 71.
- IVES, S.E.; TITGEMEYER, E.C.; NAGARAJA, T.G.; DEL BARRIO, A.; BINDEL, D. J.; HOLLIS, L.C. 2002. Effects of virginiamycin and monensin plus tylosin on ruminal protein metabolism in steers fed corn-based finishing diets with or without wet corn gluten feed. *J. Anim. Sci.* 80, 3005-3015.
- LEMOS, B.J.M.; CASTRO, F.G.F.; SANTOS, L.S.; MENDONÇA, B.P.C.; COUTO, V.R.M.; FERNANDES, J.J.R. 2016. Monensin, virginiamycin, and flavyomycin in a no-roughage finishing diet fed to zebu cattle. *J. Anim. Sci.* 94, 4307-4314.
- MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; DILORENZO, N.; MARTINS, C.L.; MARINO, C.T.; BASTOS, J.P.S.T.; MARIANI, T.M.; BARDUCCI, R.S.; SARTI, L.M.N.; DICOS-TANZO, A.; RODRIGUES, P.H.M.; ARRIGONI, M.D.B. 2015. EFFECTS OF FEEDING A SPRAY-dried multivalent polyclonal antibody preparation on feedlot performance, feeding behavior, carcass characteristics, rumenitis, and blood gas profile of Brangus and Nellore yearling bulls. *J. Anim. Sci.* 90, 1898-1909.
- MONTANO, M.F.; MANRIQUEZ, O.M.; SALINAS-CHAVIRA, J.; TORRENTERA, N.; ZINN, R.A. 2015. Effects of monensin and virginiamycin supplementation in finishing diets with distiller dried grains plus solubles on growth performance and digestive function of steers. *Journal of Applied Animal Research* 43, 417-425.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2000. Nutrients requirements of beef cattle, 7th edn. National Academy Press, Washington, D. C.
- NUÑEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.A.; LEME, P.R.; LANA, D.P.D. 2013. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nellore steers fed high concentrate diets. *Scientia Agricola* 70, 229-236.
- PORDOMINGO, A.J.; GALYEAN, M.E.; BRANINE, M.E.; FREEMAN, A.S. 1999. Effects of daily and weekly rotations of lasalocid and monensin plus tylosin compared with continuous feeding of each ionophore on daily dry matter intake and digesta kinetics. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 19, 383-390.
- PORDOMINGO, A.J.; GALYEAN, M.E.; BRANINE, M.E.; FREEMAN, A.S. 1999. Effects of daily and weekly rotations of lasalocid and monensin plus tylosin compared with continuous feeding of ionophores on ruminal fermentation. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 19, 67-82.
- RAVINDRAN, V.; KRONEGAY, E.T.; WEBB, JR.K.E. 1984. Effects of fiber and virginiamycin on nutrient absorption, nutrient retention, and rate of passage in growing swine. *J. Anim. Sci.* 59, 400-408.
- RIGUEIRO, A.L.; LUIZ, F.P.; SQUIZATTI, M.M.; ASSUMPCÃO, A.H.; FERREIRA, M.M.; GARCIA, C.P.; MULLER, L.R.; BUENO, A.P.D.; MARTINS, C.L.; ARRIGONI, M.D.; MILLEN, D.D. 2016. Feedlot performance and carcass traits of nellore cattle fed different combinations of sodium monensin and virginiamycin. *J. Anim. Sci.* 94 (SUPPL. 5), 1.
- ROGERS, J.A.; BRANINE, M.E.; MILLAR, C.R.; WRAY, M.I.; BARTLE, S.J.; PRESTON, R.L.; GILL, D.R.; PRITCHARD, R.H.; STILBORN, R.P.; BECHTOL, D.T. 1995. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 73, 9-20.
- SALINAS-CHAVIRA, J.; BARRERAS, A.; PLASCENCIA, A.; MONTANO, M.F.; NAVARRETE, J.D.; TORRENTERA, N.; ZINN, R.A. 2016. Influence of protein nutrition and virginiamycin supplementation on feedlot growth performance and digestive function of calf-fed Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 94, 4276-4286.
- SALINAS-CHAVIRA, J.; LENIN, J.; PONCE, E.; SANCHEZ, U.; TORRENTERA, N.; ZINN, R.A. 2009. Comparative effects of virginiamycin supplementation on characteristics of growth-performance, dietary energetics, and digestion of calf-fed Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 87, 4101-4108.
- SAS, 2002. SAS User's Guide: Statistics (Version 8.02). SAS Institute Inc, Cary, NC, EUA.
- TEDESCHI, L.O.; GOROCICA-BUENFIL, M.A. 2018. An assessment of the effectiveness of virginiamycin on liver abscess incidence and growth performance in feedlot cattle: a comprehensive statistical analysis. *J. Anim. Sci.* 96, 2474-2489.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- WOOD, K.M.; PINTO, A.C.J.; MILLEN, D.D.; KANAFANY GUZMAN, R.; PENNER, G.B. 2016. The effect of monensin concentration on dry matter intake, ruminal fermentation, short-chain fatty acid absorption, total tract digestibility, and total gastrointestinal barrier function in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 94, 2471-2478.