

Trabajo Final de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Modalidad dúo.



USO DE MONENSINA EN DIETAS PARA CAPRINOS

Nombre: Michelis Daniel.

Nombre: Sanchez Diego Francisco Isaul

Nombre del Director: Ing. Agr. Rubén Arias

Nombre del Co – Director: Ing. Agr. Msc. Carlos Cordiviola

Fecha de entrega: 07/04/2016

| | | |
|----|-------------------------------|----|
| 1 | INDICE GENERAL: | |
| 2 | • Resumen..... | 4 |
| 3 | • Introducción..... | 5 |
| 4 | • Objetivo general..... | 9 |
| 5 | • Objetivos específicos..... | 9 |
| 6 | • Hipótesis..... | 9 |
| 7 | • Materiales y métodos..... | 10 |
| 8 | • Resultados y discusión..... | 12 |
| 9 | • Conclusión..... | 13 |
| 10 | • Bibliografía..... | 14 |

11 **INDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS**

12 • Tabla 1: Composición química de los alimentos.....20

13 • Tabla 2: PB, EE, ELN, FDN, FDA Y TND de las dietas.....21

14 • Tabla 3: Efectos lineales y análisis de la composición de medias en el CMST/PV,
15 CMSF, CSMz y DTAIVMS, según tratamiento.22

16 • Tabla 4: Efectos lineales y análisis de comparación de medias en el pH ruminal,
17 según tratamiento.23

18 • Grafico 1: Consumo de maíz durante las primeras 8 horas en un modelo de
19 unidades repetidas en el tiempo.....24

20 • Tabla 5: Efecto del tiempo (h) sobre el consumo de maíz durante 12 h post
21 alimentación e interacción hora/tratamiento.....25

22 • Tabla 6: pH según las primeras 12 horas de medición en un modelo de medidas
23 repetidas en el tiempo.....26

24 • Grafico 2: Variación del pH durante 24 horas de medición según tratamiento.....27

25 **RESUMEN:** El objetivo fue evaluar el efecto de la incorporación de monensina en
26 dietas para caprinos a base de heno de alfalfa 30% y maíz molido 70%. Se llevaron a
27 cabo dos experimentos: I) Determinación de consumo de materia seca total (CMST),
28 consumo de MS del forraje (CMSF), consumo total del día y en horas del concentrado
29 energético (CMSMz) y digestibilidad total de la MS consumida. II) Determinación de pH
30 ruminal. Los tratamientos fueron: sin monensina (D₀) y con monensina (D₁). En ambos
31 casos el nivel de consumo de MS fue ajustado al 3% del PV. El CMST, CMSF,
32 CMSMz total del día, la DTAIVMS y PV no registraron efectos significativos ($p < 0,05$).
33 El CMSMz registrado durante las 12 horas post alimentación, tuvo un efecto del
34 tratamiento en función del tiempo. El área bajo la curva, con pH umbral de 5,8 y 6
35 verificó una disminución lineal significativa ($p < 0,05$) para D₁. En relación a las horas
36 con pH por debajo de los umbrales, no se registraron diferencias significativas ($p >$
37 $0,05$) entre tratamientos, sólo una tendencia ($p = 0,074$) a mayor cantidad horas con pH
38 inferiores a 5,8 en D₀. El pH promedio del día observó una tendencia a ser mayor
39 ($p = 0,056$) para D₁. El pH ruminal mínimo se observó entre las 8 y 12 horas post
40 ingesta de la ración y con diferencias significativas ($p > 0,05$) entre horas no habiendo
41 un efecto del tratamiento sobre la evolución del pH con el tiempo. Por lo tanto, se
42 puede concluir que en la alimentación caprina el uso de monensina en dietas con
43 elevada concentración energética, tuvo un efecto moderador del pH ruminal y en el
44 número de comidas diarias del concentrado, si bien nunca se registró un cuadro de
45 acidosis aguda con las dietas probadas.

46 INTRODUCCIÓN

47 La producción caprina presenta notables ventajas económicas que, con pequeños
48 costos de mantenimiento, genera para el hombre una diversidad de productos de
49 elevada demanda y precio (Boza *et al.*, 1997). En cuanto a su fisiología digestiva, la
50 cabra, en comparación con los ovinos, tiene una gran capacidad para utilizar dietas de
51 baja digestibilidad (alto contenido en fibra) debido a un mayor consumo de materia
52 seca (MS) (Domínguez *et al.*, 1991). Al ser considerada las cabras como
53 consumidores intermedios, las mismas poseen las siguientes características: (i) son
54 buenos consumidores selectivos, (ii) tienen una actividad eficiente de la masticación y
55 del rumen; (iii) son capaces de aprovechar dietas ricas en fibra debido a una
56 ampliación considerable del aparato digestivo, como así también en concentrados, (iv)
57 pueden tolerar el bajo consumo de agua, (v) elevada secreción de saliva, (vi) alta
58 superficie de absorción de gran parte del epitelio del rumen, que protegen al animal del
59 riesgo de acidosis (Silanikove, 2000). Debido a estas características, las cabras
60 pueden adaptarse a una amplia gama de condiciones de alimentación. Modifican su
61 conducta alimenticia de acuerdo con la disponibilidad de forrajes o concentrados,
62 siendo más versátiles que otros rumiantes domésticos, pudiéndose adaptar tanto a
63 pasturas pobres como a dietas ricas y balanceadas (Provenza *et al.*, 2003).

64 El pH ruminal de todo rumiante está influenciado por el tipo de alimento consumido y
65 su estabilización regulada por la saliva debido a su alto poder tampón (Owens &
66 Goetsch, 1988; Van Soest, 1994). De hecho, la masticación es el paso principal en el
67 proceso de descomposición del forraje y de la extracción de nutrientes. Durante la
68 alimentación los procesos de masticar y rumiar se acompañan de un aumento del flujo
69 de saliva que garantiza la capacidad amortiguadora en el rumen (Hadjigeorgiou *et al.*,
70 2003). La actividad de masticación se ve afectada por el tamaño de partícula y la
71 cantidad de fibra en el alimento, el consumo de materia seca y la relación forraje/
72 concentrado (Kawas *et al.*, 1991; Mertens, 2000).

73 Los granos de cereales molidos provocan a nivel ruminal, en todas las especies
74 rumiantes, una secreción de saliva insuficiente para mantener los valores de pH entre
75 6 y 7, así como un bajo estímulo de la motilidad ruminal (Gonçalves, 2001). En cambio
76 el grano entero promueve una mayor salivación (mayor efecto fibra efectiva) y un
77 aumento del pH ruminal con lo que se esperaría una reducción de la acidosis
78 subclínicas y un mayor consumo (Britton & Stock, 1986; Stock *et al.*, 1995).

79 Elías (1983), Ramos (2005) y Milleo *et al.*, (2006) demostraron que al incrementarse el
80 consumo de concentrados energéticos ricos en almidones, el valor de pH ruminal
81 puede ser inferior a 6 y verificarse una disminución en la digestión de la fibra y el
82 desarrollo microbiano. Arias *et al.*, 2013 comprobaron que en dietas para caprinos que
83 incluían granos energéticos a partir del 1% del PV, los pH ruminales y la
84 degradabilidad ruminal del forraje disminuía linealmente de manera significativa.

85 Para sortear estas problemáticas digestivas, desde hace varios años, se utilizan
86 diferentes tipos de aditivos en la alimentación animal. La denominación de aditivo, es
87 un término genérico aplicado a los compuestos de diversos orígenes, formulado para
88 reducir el impacto de los trastornos digestivos o para aumentar el rendimiento del
89 ganado y de aves de corral (DiCostanzo *et al.*, 1996). Sus principales efectos es la
90 mejora de la eficiencia del alimento, reducir los abscesos hepáticos y controlar
91 problemas de laminitis. Algunos aditivos son beneficiosos por efectos secundarios, que
92 incluyen la reducción de la incidencia de la acidosis, la coccidiosis, y el empaste
93 provocado por los granos. Los aditivos se pueden dividir en cuatro categorías
94 generales: 1) ionóforos; 2) los antibióticos, 3) inhibidores del estro, y 4) los buffers.

95 Los ionóforos son agentes químicos que aumentan la permeabilidad de las
96 membranas lipídicas a los iones específicos. Los ionóforos son químicamente
97 clasificados como antibióticos poliéter y los más comunes utilizados en la industria de
98 la carne son laidlomycin propionato (Cattlyst; Alpharma Inc., Fort Lee, Nueva Jersey),
99 monensina sódica (Rumensin, productos Elanco, Indianapolis, IN), y lasalocid
100 (Bovatec; Alpharma Inc., Fort Lee, NJ). En general, el principal efecto de ionóforos se

101 debe a la reducción de las bacterias Gram-positivas (que son las principales
102 productoras de lactato), debido a la alteración del flujo de cationes a través de las
103 membranas celulares (Bergen & Bates, 1984).

104 Los antibióticos son compuestos químicos que suelen ser derivados de sustancias
105 producidas por un hongo o una bacteria. Son capaces de matar o inhibir el crecimiento
106 de las bacterias. Muchos antibióticos que se usan hoy en día son sintéticos, sin
107 embargo, algunos pueden ser producidos naturalmente. Los antibióticos tienen tres
108 modos principales de acción: inhibe la formación de la pared celular bacteriana,
109 alterando la síntesis proteica, la replicación o perturbador de material genético en el
110 microorganismo. Uno de los usos más comunes de los antibióticos en el ganado
111 estabulado es para evitar los abscesos en el hígado, causada principalmente por
112 *Fusobacterium necrophorum* y *Actinomyces pyogenes*, (Nagaraja & Chengappa,
113 1998).

114 En la alimentación de rumiantes, el rendimiento de los animales está fuertemente
115 influenciado por el tipo y la calidad de la fermentación ruminal. Dada la importancia de
116 mantener un rumen sano y propicio a la fermentación del rumen, la manipulación
117 cuidadosa de estos procesos se vuelve crítica para los nutricionistas. Por ejemplo, la
118 pérdida de energía debido a la producción de metano puede representar hasta un 12%
119 de la energía de alimentación y está demostrado que los ionóforos pueden reducir esta
120 pérdida hasta en un 30%. En las últimas cuatro décadas, la inclusión de ionóforos
121 como aditivo en la alimentación de rumiantes, se ha convertido en una práctica común
122 en la manipulación de la fermentación ruminal, aumentando así la eficiencia de la
123 alimentación y la productividad (Russell & Strobel, 1989).

124 La presencia de ionóforos (monensina, lasalocid, etc.) en la dieta es necesaria para
125 evitar el sobre-consumo y la acidosis ruminal (Pordomingo *et al.*, 1999; Raun *et al.*,
126 1976). El modo de acción de los ionóforos es múltiple y el más utilizado es la
127 monensina. En primer lugar afectan las poblaciones bacterianas en el rumen,
128 promueven una fermentación de mayor captura de energía en formas de ácidos

129 débiles más reducidos (propiónico vs acético) y amoníaco ruminal (Pordomingo *et al.*,
130 1990; Santini & Di Marco, 1983; Church, 1988). El efecto de la monensina sobre las
131 bacterias ruminales se deben a cambios a nivel del transporte iónico en las
132 membranas plasmáticas de las mismas (Duff *et al.*, 1990). El pH es uno de los factores
133 más importantes en el crecimiento poblacional de los microorganismos ruminales. La
134 monensina tiene un efecto indirecto en el pH ruminal al inhibir el desarrollo de
135 bacterias Gram positivas, productoras de lactato (Dennis *et al.*, 1981)

136 Para la utilización de estos ionóforos en dietas con alta concentración de granos, es
137 necesario realizar un periodo de adaptación de 2 a 4 semanas. Para evitar disminución
138 en el consumo, es recomendable incrementar progresivamente la dosis hasta llegar a
139 valores máximos de aproximadamente 33 mg/kg de MS consumida, (Burrin *et al.*,
140 1998).

141 Los ionóforos se han incorporado a las dietas para rumiantes desde hace varios años
142 con resultados variables. Según Huntington (1992), la adición de estos aditivos a
143 bovinos en pastoreo tiene poco efecto, pero mejoran en un 6% la ganancia de peso.
144 Bergen & Bates (1984) señalaron que en rumiantes alimentados con alta proporción
145 de carbohidratos rápidamente fermentables, los ionóforos deprimen el consumo de
146 alimento, pero no modifican la ganancia de peso, lo cual implica una mejor conversión
147 alimentaria. Estos autores afirman que los ionóforos mejoran la eficiencia productiva
148 de bovinos en terminación, debido a que inducen un metabolismo energético y
149 nitrogenado más eficiente, y disminuyen los desórdenes metabólicos como la acidosis
150 láctica crónica y el timpanismo. En engordes estabulados, a pesar de que existe un
151 debate sobre los efectos que una reducción en la variación día a día del consumo
152 alimenticio para un determinado corral (Schwartzkopf-Genswein *et al.*, 2003), la
153 variación del consumo individual es común (Forbes, 2003). La monensina ha
154 demostrado reducciones en el CMS diario y en determinadas condiciones ha
155 disminuido la cantidad consumida en comidas individuales e incrementado el número
156 de comidas por día (Erickson *et al.*, 2003).

157 El uso de la monensina, en producción ovina, fundamentalmente se ha estudiado en
158 razas de lana (Baran & Žitňan 2002, Mouro *et al.*, 2006), estos autores no reportaron
159 diferencias significativas sobre una disminución del consumo de materia seca total.
160 (Mazza *et al.*, 2001, Plata *et al.*, 2004, Araújo *et al.*, 2006) trabajando con ovinos de
161 raza Pelibuey el uso del ionóforo no logró un efecto mejorador de la digestibilidad de la
162 dieta consumida.

163 La formulación de dietas para caprinos no debiera ser una extrapolación de las
164 recomendaciones nutricionales para el ganado bovino (Lu *et al.*, 2005; Rapetti & Bava,
165 2008), por lo tanto se consideró de interés la realización de este trabajo debido a la
166 escasa información al respecto en el ganado caprino.

167 **Objetivos General:** El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la incorporación
168 de monensina en dietas para caprinos a base de heno de alfalfa y grano de maíz
169 molido.

170 **Objetivos específicos:**

- 171 1. Evaluar el efecto de la monensina en el consumo de la materia seca total
172 (MST) del heno de alfalfa y del concentrado energético.
- 173 2. Evaluar el efecto de la monensina en la digestibilidad total aparente *in vivo* de
174 la MS (DTAIVMS) consumida.
- 175 3. Evaluar el efecto de la monensina en el pH ruminal.

176 **Hipótesis:** La incorporación de monensina en dietas para caprinos a base de heno de
177 alfalfa y grano de maíz molido, actuará como regulador del consumo, favorecerá el
178 aumento de la digestibilidad total de la dieta consumida y atenuante de la baja del pH
179 ruminal, producto de la fermentación de los hidratos de carbono no estructurales.

180 MATERIALES Y MÉTODOS

181 El estudio se realizó en la unidad experimental caprina de la Facultad de Ciencias
182 Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata.

183 **Experimento I:** Determinación de consumo de MST (CMST), consumo de MS del
184 forraje (CMSF), consumo total del día y en horas del concentrado energético
185 (CMSMz). Determinación de la DTAIVMS consumida.

186 Se utilizaron cuatro cabras cruza (criolla x Nubian), no gestantes, secas, de 5 años de
187 edad en diseño experimental cruzado (*Cross over*) con una repetición y 7 días de
188 *wash out* entre períodos. Las cabras fueron alojadas en compartimentos individuales
189 (0,80m x 1,50m) con piso rejilla de madera (listones), comederos, pasteras y
190 bebederos automáticos tipo chupete. Durante el tiempo en que se realizaron las
191 determinaciones, se tomaron los registros del peso al comienzo de cada período. La
192 dietas suministradas fueron: heno a base de alfalfa 30% + maíz molido 70% sin
193 monensina (D₀) y heno a base de alfalfa 30% + maíz molido 70% con monensina (D₁).
194 En todos los tratamientos el nivel de consumo de MS, fue ajustado al 3% del peso vivo
195 del animal. Se implementaron un período de 21 días de acostumbramiento a cada
196 dieta, previo a las determinaciones. Las cantidades de grano maíz molido se
197 suministraron en forma creciente (70 g por animal por día), hasta alcanzar las
198 proporciones de cada tratamiento al comienzo de la tercera semana del período de
199 adaptación. Muestras de heno de alfalfa y grano de maíz molido fueron secadas en
200 estufa para la determinación de MS (AOAC, 1995). Se calculó el consumo alimentario
201 individual, mediante la diferencia entre el alimento entregado y el rechazado
202 (expresado en kg de MS). Se determinó consumo de heno de alfalfa y del grano
203 molido de maíz. Para este último, mediante un modelo de medidas repetidas (Littell *et*
204 *al.*, 1998) se evaluó el efecto del tiempo post alimentación y la interacción
205 hora/tratamiento.

206 Para la determinación de la DTAIVMS consumida, se empleó la metodología del
207 suministro de alimento y recolección total de heces a través de un sistema de bolsa
208 recolectora y arnés (Moore *et. al*, 2002). Las bolsas recolectoras fueron vaciadas una
209 vez al día pesando diariamente la totalidad de las heces. Con una alícuota del 10% de
210 lo evacuado por cada animal, se determinó el tenor de MS y se calculó la DTAIVMS
211 consumida a partir de la diferencia porcentual de la ración total consumida y la
212 excretada en relación a la consumida, expresada en porcentaje.

213 ***Experimento II: Determinación de pH ruminal. Efecto del tiempo post alimentación y la***
214 ***interacción hora/tratamiento.***

215 Se utilizaron cuatro cabras cruzada (criolla x Nubian), no gestantes, secas, de 5 años de
216 edad y fistuladas con cánulas permanentes específicas para pequeños rumiantes

217 Se extrajo fluido ruminal mediante cánula, a las 0, 2, 4, 6, 8 y 12 horas posteriores al
218 suministro de la ración. Se determinó el pH utilizando un peachímetro digital (Silver
219 Cap pH 5045-3B) equipado con electrodo de punción y termo sonda calibrado con
220 soluciones buffer a pH 4 y 7. Se calculó el área bajo la curva, como la suma del valor
221 absoluto de las desviaciones de pH por debajo de un valor de 5,8 y 6, reportada como
222 $\text{pH} \times \text{hora} / \text{día}$ (Pitt & Pell, 1997). Se calculó el valor promedio de pH ruminal, tiempo
223 en horas con pH por debajo del 6 y mediante un modelo de medidas repetidas (Littell
224 *et al.*, 1998) el efecto del tiempo post alimentación y la interacción hora/tratamiento.

225 ***Diseño experimental y análisis estadístico:*** Los datos fueron analizados por el
226 Procedimiento MIXED (SAS, 2004) para un diseño experimental tipo *Cross over*
227 utilizando un modelo mixto que incluyó el efecto fijo del muestreo (tratamiento,
228 período) y el efecto aleatorio del animal. Se usaron contrastes ortogonales
229 polinomiales para determinar efectos lineales (L), de la incorporación de monensina en
230 las dietas probadas. Las diferencias significativa fueron consideradas con un valor de
231 $P < 0,05$ y las tendencias $0,05 > P > 0,10$.

232

233 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

234 En el experimento I mediante el análisis de contrastes ortogonales, no se observaron
235 efectos significativos ($p > 0,05$) sobre el CMST, el CMSF, el CMSMz total del día y
236 sobre la DTAIVMS consumida y PV de las cabras como lo demuestra la tabla 3.
237 Respecto al consumo del concentrado energético registrado durante las 12 horas post
238 alimentación, se observó un efecto del tratamiento en función del tiempo, tal como lo
239 demuestra la interacción hora/ tratamiento ($p < 0,05$), (Tabla 4; gráfico 2).

240 En el experimento II y mediante el mismo análisis estadístico realizado anteriormente,
241 respecto al pH ruminal, más precisamente sobre el área bajo la curva, tomando como
242 pH umbral valores de 5,8 y 6, se verificó una disminución lineal significativa ($p < 0,05$)
243 para el tratamiento D₁, presentando mayor significancia el valor de pH umbral 5,8. En
244 relación a las horas con pH por debajo de los umbrales mencionados anteriormente,
245 no se registraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos, sólo una
246 tendencia ($p = 0,074$) a mayor cantidad horas con pH inferiores a 5,8 en tratamiento sin
247 monensina. El pH promedio del día observó una tendencia a ser mayor ($p = 0,056$) para
248 el tratamiento D₁ (Tabla 5). El pH ruminal mínimo se observó entre las 8 y 12 horas
249 pos ingesta de la ración (Figura 2) y con diferencias significativas ($p > 0,05$) entre
250 horas, no habiendo un efecto del tratamiento sobre la evolución del pH con el tiempo,
251 tal como lo evidencia la falta de interacción ($p > 0,05$) entre hora y tratamiento (Tabla
252 6).

253 En coincidencia con Elías (1983), Ramos (2005), Milleo *et al.*, (2006) y Arias *et al.*,
254 (2013), la incorporación de concentrados energéticos como el maíz molido, en dietas
255 para cabras, produjo una disminución considerable del pH ruminal. Probablemente
256 como lo expuesto por Gonçalves (2001), los granos de cereales molidos provocarían a
257 nivel ruminal una secreción de saliva insuficiente para poder mantener los valores de
258 pH entre 6 y 7.

259 En concordancia con Pordomingo *et al.*, (1999); Raun *et al.*, (1976) y Burrin *et al.*,
260 (1998) el uso de 33 mg de monensina/kg de MS consumida evita el sobre-consumo.
261 En este estudio, como lo demostraron los resultados, se comprobó un incremento en
262 el número de comidas diarias del concentrado en el tratamiento que incluyó este
263 ionóforo (Erickson *et al.*, 2003). Con respecto a la regulación del consumo existen
264 controversias entre diferentes autores. En este sentido no se coincide con Bergen &
265 Bates (1984), Schwartzkopf-Genswein *et al.*, (2003), Forbes, (2003), que el uso
266 de monensina disminuya el CTMS de la dieta, tal como se demostró en este trabajo. En
267 concordancia con Baran & Žitňan (2002), Mouro *et al.*, (2006) los cuales trabajaron con
268 ovinos, el uso del ionóforo no modificó el CTMS respecto a los tratamientos testigos.
269 En relación al pH ruminal la dosis de monensina utilizada en esta investigación tuvo un
270 efecto indirecto sobre el mismo, probablemente como lo mencionara Dennis *et al.*,
271 (1981), el aumento del pH ruminal registrado puede ser evidencia de ello.
272 Por último cabe mencionar, que la monensina no mejora la digestibilidad total de la
273 dieta consumida en acuerdo con los estudios realizados por Mazza *et al.*, (2001), Plata
274 *et al.*, (2004), Araújo *et al.*, (2006),

275 **CONCLUSIÓN**

276 Si bien en esta experiencia, no se registró un cuadro de acidosis aguda,
277 probablemente atribuible a la adaptabilidad de la especie caprina a una amplia gama
278 de condiciones de alimentación, el uso de monensina en dietas con elevada
279 concentración de almidón, tuvo un efecto moderador del pH ruminal y en el número de
280 comidas diarias del concentrado, sin modificar la digestibilidad de la materia seca total
281 consumida.

282

283 **BIBLIOGRAFÍA:**

284 **AOAC.** 1995. Dry mater in Animal Feed. Method number 934.01. In: Official Methods
285 of Analysis of AOAC International. 16th edn. vol. I. Association of Official Analytical
286 Chemists, Arlington, VA, USA, pp, I (Chapter 4).

287 **Araújo J.S., J.R.O. Pérez, P.C.A. Paiva, E.C.T.M. Peixoto, G.C. Braga, V. Oliveira &**
288 **L.C.D. Valle.** 2006. Efeito da monensina sódica no consumo de alimentos e pH
289 ruminal en ovinos. *Arch Vet Sci* 11:39-43.

290 **Arias, R., M. G. Muro, C.A. Cordiviola, M.S. Trigo, M. Brusa & R. A. Lacchini.** 2013.
291 Incidencia de la proporción de maíz sobre la degradabilidad in situ de heno de alfalfa
292 en dietas para caprinos. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata.* 112 (2) 62-67.

293 **Baran M & R. Žitňan.** 2002. Effect of monensin sodium on fermentation efficiency in
294 sheep rumen. *Arch Tierz Dummerstort* 45:181-185.

295 **Bergen, W.G & D.B. Bates.** 1984. Ionophores: their effect on production, efficiency
296 and mode of action. *J. Anim. Sci.* 58: 1465-1883.

297 **Boza, J., A.B. Robles, P. Fernández, F.F. Bermúdez & J.L. González Rebollar.**
298 1997. Planificación ganadera de pastos de zonas desfavorecidas. XXXVII Reunión
299 científica de la Sociedad Española para el estudio de los pastos. Sevilla-Huelva: 5-9.

300 **Britton, R.A. & Stock, R.A.** 1986. Acidosis, rate of starch digestion and intake. In:
301 Symposium Proceedings: Feed Intake by Beef Cattle. F. N. Owens, Ed. Okla. Agric.
302 Exp. Stn. MP-121. pp. 25.

303 **Burrin, D. G., R. A. Stock, & R. A. Britton.** 1998. Monensin level during grain
304 adaptation and finishing performance in cattle. *J. Anim. Sci.* 66:513-521.

305 **Church, D.C.** 1988. The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition. Prentice
306 Hall, Englewoods Cliffs, NJ. 641pp.

307 **Dennis S.M., T.G Nagaraja & E.E Bartley.** 1981 Effects of lasalocid or monensin on
308 lactate-producing or-using rumen bacteria.
309 *J. Anim. Sci.* 52: 418-426.

310 **DiCostanzo, A., J. M. Cassady & C. M. Zehnder.** 1996. Utilization of approved feed
311 additives in growing, finishing and replacement beef cattle diets. Proc. 57th Minnesota
312 Nutr. Conference, Bloomington, MN. pp. 81-96.

313 **Domingue, B.M.F., D.W. Dellow, & Barry, T.N.** 1991. Voluntary intake and rumen
314 digestion of a low-quality roughage by goats and sheep. *Journal of Agricultural*
315 *Science.* 117:111–120.

316 **Duff, G. C., M. L. Galyean, M. E. Branine, D. M. Hallford, M. E. Hubbert, E.**
317 **Fredrickson & A. J. Pordomingo.** 1990. Effects of continuous versus daily rotational
318 feeding of monensin plus tylosin and lasalocid on serum insulin and growth hormone
319 concentrations in beef steers fed a 90% concentrate diet. Proc. Natl. Amer. Soc. Anim.
320 Sci. 41:55-58.

- 321 **Elías, A.** 1983. Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba:
322 Utilización. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba 187:247.
- 323 **Erickson, G. E., C. T. Milton, K. C. Fanning, R. J. Cooper, R. S. Swingle., J. C.**
324 **Parrott, G. Vogel & T. J. Klopfenstein.** 2003. Interaction between bunk
325 management and monensin concentration on finishing performance, feeding behavior,
326 and ruminal metabolism during an acidosis challenge with feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*
327 81:2869-2879.
- 328 **Forbes, J. M.** 2003. The multifactorial nature of food intake control. *J. Anim. Sci.*
329 81(E. Suppl. 2):E139–E144.
- 330 **Gonçalves, A., R. Paula Lana, M. Teixeira Rodrigues, R. Mendonça Vieira, A.**
331 **Queiroz & D. Sampaio Henrique.** 2001. Padrão Nictemeral do pH Ruminal e
332 Comportamento Alimentar de Cabras Leiteiras Alimentadas com Dietas Contendo
333 Diferentes Relações Volumoso:Concentrado. *Rev. Bras. Zootec.* 30(6):1886-1892.
- 334 **Hadjigeorgiou, I.E., Gordon, I.J. & Milne, J.A.** 2003. Intake, digestion and selection
335 of roughage with different staple lengths by sheep and goats. *Small Ruminant*
336 *Research.* 47: 117–132.
- 337 **Huntington G.** 1992. Utilización de ionóforos para bovinos. *Memoria del Curso*
338 *Internacional Avanzado de Nutrición de Rumiantes.* Colegio de Postgraduados. México
339 pp.1-13.
- 340 **Kawas, J.R., J. Lopez, D.L. Danelon & C.D. Lu.** 1991. Influence of forage-to-
341 concentrate ratios on intake, digestibility, chewing and milk production of dairy goats.
342 *Small Ruminant Res.* 4: 11-18.

- 343 **Littell, R. C., P. R. Henry & C. B. Ammerman.** 1998. Statistical analysis of repeated
344 measures data using SAS procedures. *J. Anim. Sci.* 76:1216-1231.
- 345 **Lu, C. D., J. R. Kawas & O. G. Mahgoub.** 2005. Fibre digestión and utilization in
346 goats. *Small Rumin. Res.* 60:45–52.
- 347 **Mazza, P.H., W.R. Soares, L. Melotti & R. Manzini.** 2001. Monensina e digestibilidad
348 aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. *Scientia*
349 *Agrícola* 58, 449-455.
- 350 **Mertens, D.R.** 2000. Physically effective NDF and its use in dairy ration explored.
351 *Feedstuffs.* 4: 11-14.
- 352 **Milleo, T.C., W. Hartman, J.A.G. Hill, U.G. Netto & F.R Maurer Jr.** 2006. Alteracoes
353 clinicas e laboratoriais em bovinos em quadro de acidose latica ruminal. Em:
354 Anais.Seminario de Iniciacao Cientifica da Universidade Tuiuti do Parana, Curitiba.
355 pp.5.
- 356 **Moore, J.A., M.H. Poore, J.M. Luginbuhl.** 2002. By-product feeds for meat goats:
357 Effects on digestibility, ruminal environment, and carcass characteristics. *J. Anim.*
358 *Science.*80:1752–1758.
- 359 **Mouro G.F., A.F Branco, D.L. Harmon, F.J. Maia, S.M. Coneglian & T.F. Minela.**
360 2006. Fontes de carboidratos e ionóforo em dietas contendo óleo vegetal para ovinos:
361 digestibilidade, balanço de nitrogênio e fluxo portal de nutrientes. *R Bras Zootec* 35:
362 2144-2153.

- 363 **Nagaraja, T. G. & M. M. Chengappa.** 1998. Liver abscesses in feedlot cattle: A
364 review. *J. Anim. Sci.* 76:287-298.
- 365 **Pitt, R. E. & A. N. Pell.** 1997. Modeling ruminal pH fluctuations: Interactions between
366 meal frequency and digestion rate. *J. Dairy Sci.* 80:2429–2441.
- 367 **Plata F.X., R.R. Velasco, L.M. Melgoza, B.A. Lara, E. Aranda & D. Mendoza.** 2004.
368 Un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y la monensina sódica en el
369 comportamiento productivo de ovinos, *RC 14:* 522-525.
- 370 **Pordomingo, A.J.** 1990. Effects of daily and weekly rotations of lasalocid and
371 monensin plus tylosin compared with continuous feeding of ionophores on ruminal
372 fermentation in beef steers fed a 90% concentrate diet. PhD Dissertation, New Mexico
373 State Univ. USA. pp.1-12.
- 374 **Pordomingo, A.J., Galyean, M. E., Branine, M. E. & Freeman, A.S.** 1999. Effects of
375 daily and weekly rotations of lasalocid and monensin plus tylosin compared with
376 continuous feeding of each ionophore on daily dry matter intake and digesta kinetics.
377 *Rev. Arg. Prod. Anim.* 19:383 – 390.
- 378 **Provenza, F.D., J.J. Villalba, L. E. Dziba, S.B. Atwood & R.E. Banner.** 2003. Linking
379 herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Ruminant*
380 *Research*, v. 49, p. 257-274.
- 381 **Ramos, J.** 2005. Obtención de un concentrado energético proteínico por fermentación
382 en estado sólido de la caña de azúcar para bovinos en ceba. Dr. Tesis. Instituto de
383 Ciencia Animal. La Habana, Cuba.

- 384 **Rapetti, L & L. Bava.** 2008. Feeding Management of Dairy Goats in Intensive
385 Systems. In: *Dary goats Feedeing and Nutrition.* (Ed.). Antonello Cannas and
386 Giuseppe Pulina. Italy, Milan; p.221-337.
- 387 **Russell, J. B. & H. J. Strobel.** 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation.
388 Appl. Environ. Microbiol. 55:1–6.
- 389 **Raun, A.P., C.O. Cooley, E.L. Potter, R.P. Rathemacher & L.F. Richardson.** 1976.
390 Effect of monensin on feed efficiency of feedlot cattle. J. Anim. Sci. 43: 670-
- 391 **Santini, F.J. & O.N. Di Marco.** 1983. Monensina. Modo de acción y su efecto sobre el
392 comportamiento productivo del animal. Rev. Arg. Prod. Anim. 3:345-
- 393 **SAS Institute Inc.**2004 SAS On line Doc#9.1.3.cary, NC: SAS Institute.Inc.
- 394 **Schwartzkopf-Genswein, K. S., K. A. Beauchemin, D. J. Gibb, D. H. Crews, Jr., D.**
395 **D. Hickman, M. Streeter & T. A. McAllister.** 2003. Effect of bunk management on
396 feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. J.
397 Anim. Sci. 81:E149-E158.
- 398 **Silanikove, N.** 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh
399 environments Small Ruminant Research. 35: 181–193.
- 400 **Stock, R.A., T. Klopfenstein & D. Shain.** 1995. Feed intake variation. Okla. Agric.
401 Exp. Sta. Misc. Publ. 942:56-59.
- 402 **Van Soest, P.J.** 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell
403 University Press. 476 pp.

404 **TABLAS Y FIGURAS**

405 **Tabla1.** Composición química de los alimentos (*).

406

| Ítem | Alfalfa | Maíz |
|--------------------|----------------|-------------|
| MS (%) | 87,0 | 89,0 |
| MO (%) | 91,9 | 98,7 |
| PB (%) | 13,7 | 7,3 |
| FC (%) | 24,9 | 2,1 |
| EE (%) | 2,4 | 3,9 |
| EEL (%) | 37,3 | 72,8 |
| Cenizas (%) | 8,1 | 1,3 |
| FDN (%) | 58,87 | 14,55 |
| FDA (%) | 44,03 | 3,68 |
| TND (%) | 50,0 | 83,0 |

407 (*) Datos obtenidos en el Laboratorio de Nutrición Animal de La Facultad de Ciencias Veterinarias. UNLP.

408 MS: Materia Seca.

409 TND: Total de Nutrientes Digestibles

410 PB: Proteína Bruta.

411 FC: Fibra Cruda

412 EE: Extracto Etéreo

413 ELN: Extractivo Libre de Nitrógeno

414 FDN: Fibra Detergente Neutro.

415 FDA: Fibra Detergente Ácido.

416 **Tabla 2.** PB, EE, ELN, FDN, FDA, EE y TND de las dietas.

417

| Ítem | Dietas | | P (valor) |
|----------------|--------------------|--------------------|-----------|
| | D0 | D1 | |
| PB (%) | 9.36 ^a | 9.44 ^a | 0,178 |
| EE (%) | 3.40 ^a | 3.39 ^a | 0,967 |
| ELN (%) | 60.81 ^a | 60.82 ^a | 0,969 |
| FDN (%) | 29.52 ^a | 29.50 ^a | 0,969 |
| FDA (%) | 17.31 ^a | 17.29 ^a | 0,963 |
| TND (%) | 71.86 ^a | 71.87 ^a | 0,970 |

418 P valor: Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

419 **Tabla3.** Efectos lineales y análisis de comparación de medias en el CMST/PV, CMSF,
 420 CMSMz y DTAIVMS, según tratamiento.

| Ítem | Dietas | | EE | Contrastes |
|--------------------|---------------------|---------------------|-------|------------|
| | D ₀ | D ₁ | | |
| CMST/PV (%) | 2,80 ^a | 2,81 ^a | 0,173 | 0,951 |
| CMSF (g) | 387,78 ^a | 426,58 ^a | 34,42 | 0,425 |
| CMSmz (g) | 800,78 ^a | 798,44 ^a | 47,96 | 0,972 |
| DTAIVMS (%) | 77,85 ^a | 76,79 ^a | 1,59 | 0,645 |
| PV | 43,75 ^a | 43 ^a | 2,43 | 0,833 |

421 D₀: Sin monensina.

422 D₁: Con monensina

423 CMST/PV (%): Consumo de materia seca total por día expresado en porcentaje del PV.

424 CMSF: Consumo de materia seca de forraje expresado en gr por día.

425 CMSMz: Consumo de materia seca de maíz expresado en gr.

426 DTAIVMS: digestibilidad total aparente in vivo de la materia seca, expresado en porcentaje.

427 PV: Peso vivo.

428 EE: Error estándar.

429 L: Valor de probabilidad asociado a un efecto lineal de nivel de suplementación con maíz en un contraste polinomial ortogonal.

430 polinomial ortogonal.

431 P valor: Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

432 **Tabla 4.** Efecto del tiempo sobre el consumo de maíz durante 8 h post alimentación en
 433 un modelo de unidades repetidas en el tiempo.

| Ítem | | | | | | EE |
|--------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| Horas | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | |
| Nº de cabras | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| CMSMz¹ | 0 ^a | 262 ^b | 473 ^c | 673 ^d | 798 ^d | 19,57 |

434 CMSMz= Consumo de materia seca del maíz durante 8 horas.

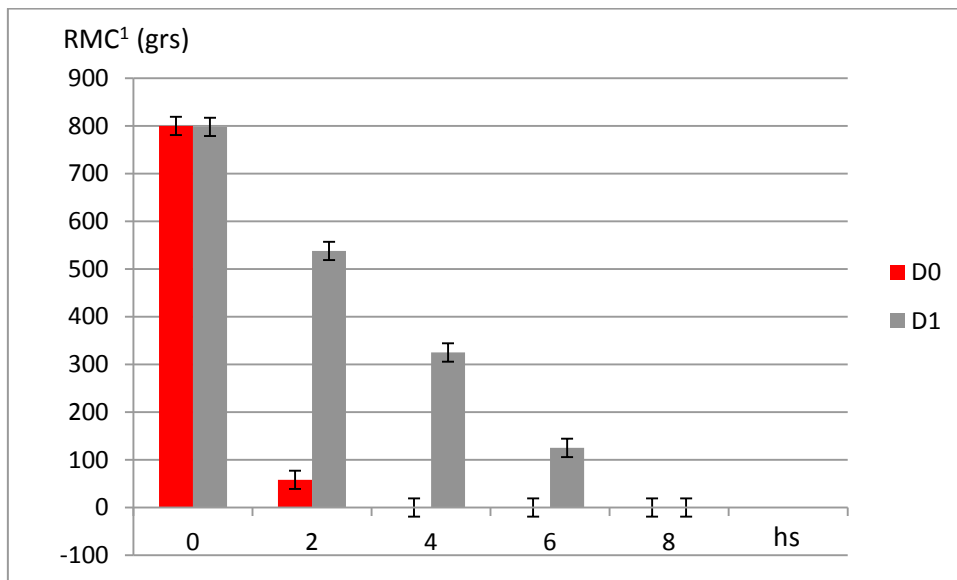
435 1= efecto de las horas sobre el pH ruminal (p<,000)

436 EE: Error estándar.

437 p valor= Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

438

439 **Gráfico 1:** Lectura de comedero durante 8 horas, post suministro del concentrado,
440 según tratamiento. Efecto del tratamiento ($p=0,003$). Interacción hora*tratamiento
441 ($p<,000$).



RMC: Resto de Maíz en Comedero, expresado en gramos.
1= interacción hora* tratamiento ($p= 0,003$)
D₀: Sin monensina.
D₁: Con monensina.

442 **Tabla 5.** Efectos lineales y análisis de comparación de medias en el pH ruminal, según
 443 tratamiento.

| Ítem | Dietas | | EE | Contrastes |
|-------------|-------------------|-------------------|-------|------------|
| | D0 | D1 | | L |
| pH <5,8 h/d | 1,58 ^a | 0,12 ^b | 0,326 | 0,019 |
| pH<6 h/d | 2,73 ^a | 0,94 ^b | 0,513 | 0,049 |
| pH promedio | 6,01 ^a | 6,34 ^a | 0,102 | 0,058 |
| Hr pH< 6 | 6,5 ^a | 5 ^a | 1,233 | 0,423 |
| Hr pH<5,8 | 4 | 1,5 | 0,820 | 0,075 |

444 pH (h/d): pH expresado como superficie bajo la curva de un pH umbral de 6.

445 D₀: Sin monensina.

446 D₁: Con monensina.

447 pH <5,8 (h/d): pH expresado como superficie bajo la curva de un pH umbral de 5,8.

448 pH <6 (h/d): pH expresado como superficie bajo la curva de un pH umbral de 6.

449 pH Prom: pH promedio durante las 24 hs de medición, según tratamiento.

450 Hr pH< 6: Tiempo en horas con pH por debajo del valor 6.

451 EE: Error estándar.

452 L: Valor de probabilidad asociado a un efecto lineal de nivel de suplementación con maíz entero en un
 453 contraste polinomial ortogonal.

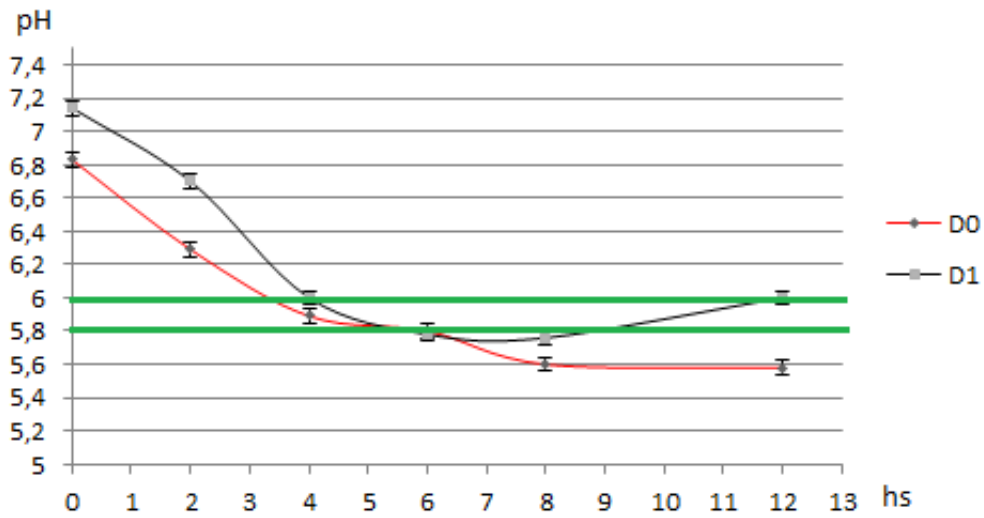
454 P valor: Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

455 **Tabla 6.** Efecto del tiempo sobre el pH ruminal durante 12 horas de medición en un
 456 modelo de medidas repetidas en el tiempo.

| Ítem | | | | | | | EE |
|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|
| Hora | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 12 | |
| Nº de cabras | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| Ph¹ | 7 ^a | 6,53 ^b | 6,03 ^c | 5,92 ^{cd} | 5,79 ^{cd} | 5,79 ^d | 0,053 |

457 pH: pH ruminal.
 458 1= Efecto del tiempo sobre el pH ruminal (p<,000).
 459 EE: Error estándar.
 460 p valor= Letras iguales indican diferencias no significativas para el 5 % de probabilidad.

461 **Gráfico 2.** Variación del pH durante 24 horas de medición según tratamiento. Efecto
462 tratamiento ($p=0,005$). Interacción hora*tratamiento ($p=0,354$).



463

464 D₀: Sin monensina.
465 D₁: Con monensina.
466