

RESPUESTA METABÓLICA Y PRODUCTIVA DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON TANINOS DE QUEBRACHO (*Schinopsis balansae*)

Metabolic and Productive Response in Grazing Dairy Cows Supplemented with Quebracho (*Schinopsis balansae*) Tannins

Mirela Noro^{1,2*}, Clarissa Strieder-Barboza³, Gustavo Reyes², Marina Weschenfelder⁴, Luis Gabriel Cucunubo⁵ y José Luíz Sánchez⁶

¹Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Uruguiana, RS, Brasil;

²Universidad Austral de Chile (UACH), Valdivia, Chile; ³Grupo de Investigación en Nutrición, Toxicología y Reproducción Animal, FMVZ, Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga, Colombia; ⁴NUPEEC, Universidad Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, Brasil; ⁵Departamento de Salud Animal, FMVZ, Universidad de Tolima, Ibagué, Colombia; ⁶Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad La Salle, Bogotá. *mirelanoro@gmail.com.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar los cambios en parámetros ruminales y metabólicos, y en la producción de vacas lecheras a pastoreo primaveral suplementadas con taninos de quebracho. Se utilizaron 42 vacas Holstein-Friesian adaptadas a una dieta control por 10 días (d), pastoreando *Lolium perenne* (20% materia seca [MS], 18% proteína cruda [PC], 2,85 MCal/kg MS de energía metabolizable [EM], 38% fibra detergente neutro) *ad libitum*, más tres kg/vaca/d de concentrado (87% MS; 14% PC, 2,98 MCal EM) suministrado durante los dos ordeños. Durante el período experimental de 41 d, las vacas se distribuyeron en tres tratamientos de 14 animales cada uno, en base a suplementación con taninos de extracto de quebracho: G40= 40g/vaca/d; G65= 65g/vaca/d; GC= no suplementado. A los 0; 14; 26 y 41 d experimentales se obtuvieron muestras de orina para determinar la excreción de purinas y estimar la síntesis de proteína microbiana; de líquido ruminal para determinar pH y NH₄; de sangre para determinar las concentraciones plasmáticas de indicadores de balance energético y proteico; y de leche para determinar su composición; además se registró el peso y la condición corporal. Los valores de pH y NH₄ ruminales, índice de excreción urinaria de purinas, metabolitos sanguíneos, peso vivo, condición corporal y producción láctea fueron similares entre los tratamientos (P>0,05). A su vez, G40 y G65 presentaron menores porcenta-

jes de proteína láctea y G65 menor porcentaje de grasa láctea que GC (P<0,05). La suplementación con taninos de quebracho en vacas lecheras en pastoreo primaveral, en las dosis utilizadas y en las condiciones del estudio, no afectó los parámetros indicadores de fermentación ruminal y de balance energético-proteico, ni la producción láctea.

Palabras clave: Indicadores sanguíneos, pH ruminal, NH₄ ruminal, purinas orina, taninos.

ABSTRACT

The aim of the study was to determinate changes in ruminal and metabolic parameters and milk production in spring grazing dairy cows supplemented with quebracho tannins. Forty-two Holstein Friesian cows were adapted to a control diet for 10 days (d) grazing *Lolium perenne* (20% dry matter [DM], 18% crude protein [CP], 2.85 MCal/kg DM metabolizable energy [ME], 38% neutral detergent fiber) *ad libitum* plus three kg/cow/d of concentrate (87% DM; 14% CP, 2.98 MCal ME) supplied during morning and afternoon milking. During the experimental period (41 d), the cows were distributed in three groups of 14 animals each one with a base supplementation of quebracho-extract tannins: G40= 40g/cow/d; G65= 65g/cow/d; GC= unsupplemented. Urine samples at 0, 14, 26 and 41 d were obtained to determine purine excretion and microbial protein synthesis as well as ruminal fluid, blood and milk samples to determine pH value and NH₄ concentration, plasma indicators of energy and protein balance, and milk composition, res-

Respuesta metabólica y productiva de vacas lecheras en pastoreo / Noro, M. y col. _____

pectively. Body condition score and body weight were also registered at the same time; pH and NH_4 ruminal values, urinary purine excretion index, blood parameters, body weight, body condition and milk production were similar among groups ($P>0.05$). Meanwhile, lower milk protein percentage in G40 and G65 and lower milk fat percentage in G65 than GC were seen ($P<0.05$). Quebracho tannins supplementation in spring grazing dairy cows in the doses and terms of the study did not affect ruminal fermentation and energy-protein balance parameters nor milk production.

Key words: Blood parameters, ruminal pH, ruminal NH_4 , urine purines, tannins.

INTRODUCCIÓN

La suplementación con taninos ha sido evaluada por su potencial efecto de modulación fermentativa, de incorporación de los nutrientes y antimicrobiano en rumiantes [3, 17]. Los taninos son polifenoles de composición variable clasificados como hidrolizables o condensados. Presentan la particularidad de ligarse a macromoléculas, como proteínas y en menor extensión a los carbohidratos (CHO), disminuyendo la disponibilidad de los nutrientes para el metabolismo ruminal [27].

Los efectos de los taninos sobre la digestibilidad de los nutrientes dependen de su dosis, estructura y concentración [14]. La presencia de contenidos moderados de taninos en el rumen incrementa el flujo de proteínas y aminoácidos esenciales hacia el intestino, esto debido a su efecto protector contra la degradación por los microorganismos ruminales [21]. Las concentraciones de urea plasmática y de amonio (NH_4) ruminal, así como la excreción de nitrógeno (N) urinario son menores en ovinos (*Ovis aries*) y caprinos (*Capra hircus*) alimentados con leguminosas que contenían taninos, debido a la disminución de la degradación proteínica y desaminación ruminal [39]. A su vez, cuando son ingeridos en altas cantidades, los taninos ocasionan un efecto depresor sobre el consumo voluntario, reduciendo la eficiencia del proceso digestivo y la productividad animal [10].

El sistema de pastoreo en base al consumo de pradera permanente, compuesta principalmente de *Lolium perenne* y tréboles (*Trifolium* spp), es el recurso alimenticio principal para vacas (*Bos taurus*) lecheras en regiones templadas como el sur de Chile y Nueva Zelanda. En el sur de Chile, el crecimiento de la pradera es estacional, concentrándose la producción anual de forrajes en la primavera (40 a 50%), y una baja producción en invierno (<10%). Además posee alto contenido de proteínas degradables en el rumen (RDP) en relación al aporte de energía, lo que genera un exceso de N dietético, que el animal debe eliminar [6]. La fracción más importante de la proteína verdadera de los forrajes corresponde a la RDP ($\cong 75\%$), la cual se degrada mayormente a NH_4 , utilizado por los microorganismos ruminales para la síntesis de proteína microbiana. El excedente del N incrementa las concentraciones ruminales de

NH_4 , su absorción y detoxificación hepática mediante ureogénesis; por ende aumenta las concentraciones plasmáticas de urea y su eliminación en la orina y la leche. Por otro lado, el excedente del N genera un costo energético para el animal por la detoxificación a urea, y un aumento en la contaminación ambiental al ser eliminado al medio [24].

La otra fracción de la proteína, denominada proteína no degradable, escapa a la fermentación ruminal y puede ser digerida directamente en el abomaso y el intestino delgado del animal. Tanto la proteína de origen microbiana sintetizada en el rumen, como aquella no degradable, son utilizadas por el rumiante para cubrir sus requerimientos de aminoácidos, los cuales son absorbidos en el intestino [6]. Es así que el uso de los taninos de quebracho (*Schinopsis balansae*) en la dieta de vacas lecheras en pastoreo primaveral con alto contenido de proteína sería una alternativa viable para mejorar la eficiencia de su utilización, mejorando el balance energético-proteico y la producción láctea (PL). A su vez, la mayoría de los ensayos con el uso de taninos se ha realizado en sistemas con alta ingesta de granos o con otro tipo de pradera y manejo, produciendo distintos resultados atribuidos a las interacciones proteína-tanino, que dependen de la estructura química de los taninos y del tipo de proteína dietética [27].

El quebracho colorado es un árbol nativo de Sudamérica, muy apreciado por su madera utilizada en ebanistería y por su alto contenido de taninos en leño, hojas, fruto y corteza. Crece en la zona oriental de la región chaqueña, abarcando los departamentos paraguayos de Alto Paraguay y Presidente Hayes, los departamentos bolivianos de Tarija y Chuquisaca y las provincias argentinas de Formosa y Chaco. En el leño, el contenido de fenoles totales es del 25%, 6% en la copa y 28,5% en la corteza. Posteriormente, la madera de este árbol es transformada en "chips", la cual es tratada con vapor de agua para extraer un licor elemental concentrado y posteriormente es sedimentado y filtrado para eliminar las partículas insolubles. Finalmente es atomizado para transformarlo en un polvo fino rojo marrón, el cual se utiliza como aditivo en la dieta de los rumiantes [15].

El objetivo del estudio fue evaluar la respuesta metabólica y productiva de vacas lecheras a pastoreo primaveral suplementadas con tres dosis de taninos de quebracho.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental "Santa Rosa", de la Universidad Austral de Chile, ubicada en la ciudad de Valdivia, Región de Los Ríos, Chile (39°48' LS y 73°13' LO), a una altura de 12 m.s.n.m, clima templado húmedo con influencia mediterránea, con una temperatura media anual de 12°C y una precipitación de 1.871 mm anual [7]. En el mes de noviembre, período en el cual se desarrolló la experiencia, la precipitación media fue de 108 mm y 14 horas diarias de luz [7].

Animales y Diseño Experimental. Se utilizaron 42 vacas Holstein-Friesian, que se distribuyeron en dos bloques según los días (d) de lactancia (lactancia inicial y avanzada) y los animales se distribuyeron en tres tratamientos de 14 animales cada uno, basado en el peso vivo (PV), condición corporal (CC) y PL (TABLA I). Se realizó un período de adaptación a la dieta control en todos los animales durante 10 d, donde las vacas se manejaron en conjunto *en pastoreo ad libitum* (oferta 25 kg materia seca [MS]/vaca/d) *en franjas colectivas* de pradera permanente mejorada con predominio de *Lolium perenne* (TABLA II). El manejo de pastoreo se realizó con la asignación de una nueva *franja posterior a cada ordeño*, con acceso a agua y a una mezcla mineral *ad libitum*. Además cada vaca fue suplementada con 3 kg de concentrado al d (1,5 kg en el ordeño de la mañana y 1,5 kg en el ordeño de la tarde) (TABLA II).

Durante el período experimental de 41 d, los animales recibieron los siguientes tratamientos en base a la suplementación con taninos de quebracho (95% MS; mínimo 80% MS de taninos condensados, SilvaFeed ByPro Q): tratamiento control (GC), no suplementado; tratamiento suplementado con 40g/vaca/d (G40) de la mezcla de taninos de extracto de que-

bracho equivalente a 1,3% del concentrado o 0,25% de la MS dietética ofrecida; tratamiento suplementado con 65 g/vaca/d (G65) de la mezcla de taninos, equivalente a 2,12% del concentrado o 0,40% de la MS dietética ofrecida. Los taninos fueron mezclados con el concentrado en la fábrica donde se procesó el alimento, contándose con tres concentrados distintos, GC, G40 y G65, todos en forma de pellet.

Obtención de muestras y métodos analíticos

Líquido ruminal. Se obtuvo 3 a 5 mL de líquido ruminal (LR) de cada vaca a los 0; 14; 26 y 41 d del estudio, posterior al ordeño de la tarde, mediante ruminocentesis dorso-medial [22]. Inmediatamente se determinó el pH a través de un pHmetro portátil (Checker 3, Hanna Instruments®, EUA). Los valores de pH ruminal se clasificaron como adecuados, cuando el pH fue >5,8; marginales, cuando entre >5,5 a ≤5,8 y como acidosis subaguda ruminal (SARA), cuando fue ≤5,5 [25].

Una alícuota de la muestra de LR se acidificó en H₂SO₄ al 50% (1:100), manteniéndola en cadena de frío y transportada al laboratorio dentro del máximo de tres horas de su obten-

TABLA I
CARACTERIZACIÓN ($\bar{X} \pm DE$) DE LOS TRATAMIENTOS EN EL PERÍODO PRE-EXPERIMENTAL

Variable	G40	G65	GC
Días en leche	86 ± 69	90 ± 71	88 ± 67
Producción láctea (L/vaca/día)	22 ± 5,0	22 ± 5,0	21 ± 4,6
Condición corporal (1-5)	3,3 ± 0,3	3,3 ± 0,3	3,4 ± 0,3
Peso vivo (kg)	667 ± 117	635 ± 65	667 ± 111

TABLA II
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PRADERA Y DEL CONCENTRADO (EN BASE A MS) OTORGADOS A LAS VACAS DURANTE EL ESTUDIO

	Concentrado	Pradera	
		Día 14	Día 41
Materia seca (%)	86,7	19,2	21,0
Ceniza total (%)	5,28	6,75	7,61
Proteína cruda (%)	14,1	18,2	17,6
Proteína soluble (%)	–	7,58	5,71
Extracto etéreo (%)	1,40	2,47	2,06
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	2,98	2,85	2,84
Fibra detergente neutro (%)	16,2	38,8	38,8
Fibra detergente ácido (%)	5,2	23,4	22,6
Carbohidratos solubles (%)	–	13,3	14,7
Ca (%)	–	0,44	0,39
P (%)	–	0,29	0,29
Mg (%)	–	0,22	0,19
K (%)	–	1,63	2,01
Digestibilidad (%)	–	79,0	78,9

Respuesta metabólica y productiva de vacas lecheras en pastoreo / Noro, M. y col. _____

ción. Las muestras se centrifugaron (Spectrafuge FM, Labnet International inc., EUA) a 14.300 g durante cinco minutos (min) y el sobrenadante obtenido se congeló a -20°C (Freezer 420, Consul®, CFC Free, Brasil) en microtubos de 1,5 mL hasta su posterior análisis. La concentración de NH₄ se determinó por duplicado mediante colorimetría con un fotocolorímetro Hitachi 4020® (Boehringer Mannheim, Japón) utilizando la reacción de indofenol [1].

Muestras de sangre. Se obtuvieron 7 mL de sangre de cada vaca mediante venopunción de la coccígea, usando tubos con heparina sódica, los mismos horarios y d de los muestreos de LR. Las muestras de sangre se centrifugaron por 10 min a 5.600 g (Centra CL3E, Thermo IEC, EUA) siendo el plasma almacenado en microtubos de 1,5 mL y congelado a -20°C hasta su posterior análisis. Finalizada la etapa experimental con los animales, las muestras de plasma se descongelaron para las determinaciones de las concentraciones de urea (GD, Human®), βOH-butirato (Ranbut, Randox®), ácidos grasos no esterificados (NEFA, Wako®), colesterol (CHOD-PAP, Human®), albúmina (BCG, Human®) y proteína (Biuret, Human®) en un autonalizador Metrolab 2300® (Wiener Lab, Argentina).

Muestras de orina. Se obtuvieron muestras de orina de cada vaca mediante estimulación sub vulvar a los 0; 14; 26 y 41 d, dos veces al d posterior a cada ordeño. Inmediatamente después de obtenida, se acidificó 4,5 mL de cada muestra de orina con 0,5 mL de H₂SO₄ al 9% para evitar la proliferación bacteriana [26]. Las muestras se centrifugaron por 10 min a 5.600 g; el sobrenadante obtenido se almacenó en microtubos de 1,5 mL y se congeló a -20°C hasta su posterior análisis. En las muestras procesadas de orina se realizó una dilución de 1:50 en agua deionizada para la determinación de la concentración de alantoína [5] en un fotocolorímetro Hitachi 4020® (Roche, Japón) y creatinina (Jaffé, Human®) en el autonalizador Metrolab 2300® (Wiener Lab, Argentina). La excreción diaria de purinas se evaluó mediante la fórmula del índice de excreción urinario y fue corregida por el peso metabólico según la fórmula: IEU*PM = (metabolito en mmol/L / creatinina en mmol/L)*kg^{0,75}, donde IEU= índice de excreción urinario; PM: peso metabólico= peso vivo^{0,75}.

Muestras de leche, producción y composición láctea. El registro de la producción de leche se obtuvo semanalmente con tres registros semanales mediante el medidor proporcional tipo Waikato (Waikato, 42 kg, Nueva Zelanda). A los 0; 14; 28 y 41 d del experimento, se obtuvieron muestras de leche del Waikato en la mañana y en la tarde para la determinación de la concentración de grasa, proteína y urea en leche mediante espectroscopía infraroja en un equipo Milkscan 4000® (Foss, Dinamarca). La PL fue corregida por 3,4% de grasa láctea.

Peso vivo y condición corporal. A los 0; 14; 26 y 41 d del estudio se pesaron los animales posterior al ordeño de la mañana usando una báscula fija (Romana, 2500kg, Cooprem, Chile) y se registró la CC dentro de la escala de 1 a 5 [9].

Muestras de alimentos. Dos muestras de pradera (14 y 41 d del experimento) se obtuvieron mediante "pastoreo simulado", un sistema que simula la selección del animal, procurando recolectar el mismo tipo de material que consumieron las vacas. Los análisis de alimentos se realizaron en el laboratorio de Nutrición Animal, Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. La composición nutricional de la pradera y concentrado se observa en la TABLA II.

Análisis Estadístico. Los datos obtenidos se analizaron en cuanto a normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y homoscedasticidad por la prueba de Bartlett [30] en el programa Statistix 8.0 (Analytical Software, Roseville, MN, USA) [35]. Los valores de los parámetros ruminales, urinarios, sanguíneos y lácteos al cero d del experimento (basal) y la diferencia entre PV y CC inicial y final del ensayo se compararon mediante un modelo lineal de ANDEVA de una vía o cuando los datos presentaron una distribución no-paramétrica fueron analizadas por Kruskal-Wallis [29]. Los datos durante el período de suplementación (14 al 41 d) se analizaron mediante un modelo lineal general: $Y_{ij} = \mu + T_i + D_j + TD_{ij} + \varepsilon_{ij}$, donde: Y_{ij} = el efecto calculado, μ = media general, T_i = efecto del *i*-ésimo tratamiento, D_j = efecto del *j*-ésimo d de muestreo; TD_{ij} = interacción tratamiento y d de muestreo y ε_{ij} = error. Los promedios fueron comparados mediante la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, a un nivel de significancia del 95% [28].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros ruminales y urinarios. Los valores promedios al cero d del ensayo (basal) y los valores promedios durante el ensayo (14 al 41 d) se presentan en la TABLA III. No se observaron diferencias entre los tratamientos para los parámetros indicadores de fermentación ruminal al cero d del experimento o durante el período de suplementación ($P>0,05$; TABLA III). Sin embargo, los valores promedios de pH ruminal, disminuyeron en los tres tratamientos a los 14 y 41 d del ensayo ($P<0,05$), alcanzando valores inferiores al fisiológico ($>5,5 - \leq 7,0$) en el 14 d, con un alto porcentaje de vacas con pH ruminal con valores marginales y de SARA ($P0,05$; TABLA III), mayormente en los 14 y 41 d del ensayo (FIG. 1A). Por otro lado, las concentraciones de NH₄ ruminales se incrementaron ($P<0,05$; FIG. 1B) en el 41 d respecto a los anteriores. Los valores de IEU y IEUPM permanecieron constantes durante el período del ensayo en los tres tratamientos ($P>0,05$).

La similitud de los resultados de los parámetros ruminales entre los tres tratamientos, permite inferir que la suplementación con taninos en las condiciones y dosis empleadas en el ensayo no generó mayores cambios fermentativos ruminales. Los valores promedios de pH y NH₄ ruminales se mostraron inferiores a los observados en otros ensayos sin suplementación con taninos realizados en similar hora del d, sistema de manejo y época del año [23, 32, 33], encontrándose los valores de NH₄ a los 0; 14 y 26 d próximos al valor considerado mínimo

TABLA III
INDICADORES DE FERMENTACIÓN RUMINAL ($\bar{X} \pm EE$) EN VACAS LECHERAS A PASTOREO PRIMAVERAL SUPLEMENTADAS CON 0 (GC), 40 g (G40) O 65 g/VACA/DÍA (G65) DE TANINOS DE QUEBRACHO

Variable	G40	G65	GC	EE	P tratamiento	P tratamiento*día
pH ruminal basal	5,90	6,12	6,04	0,09	0,2094	—
pH ruminal	5,76	5,79	5,78	0,07	0,9277	<0,0001
% pH >5,8*	45,2	55,0	47,6	—	—	—
% pH >5,5 – ≤ 5,8	21,4	15,0	23,8	—	—	—
% pH x ≤ 5,5	33,4	30,0	28,6	—	—	—
NH ₄ ruminal (mmol/L) basal	2,83	2,57	3,00	0,37	0,7027	—
NH ₄ ruminal (mmol/L)	4,31	4,76	4,89	0,32	0,4161	<0,0001
IEU basal	3,55	3,91	3,65	0,20	0,4268	—
IEU	3,60	3,55	3,38	0,12	0,3813	0,3741
IEUPM basal	458	492	470	30,0	0,7226	—
IEUPM	477	450	449	17,8	0,4606	0,4325

*% no incluyen valores día 0.

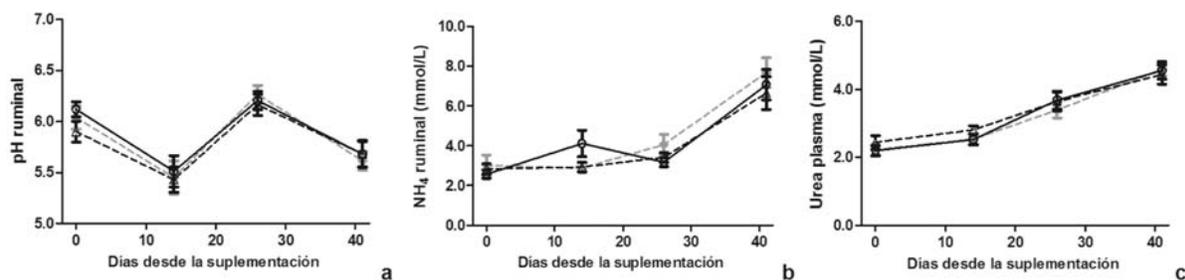


FIGURA 1. VALORES ($\bar{X} \pm EE$) DE pH RUMINAL^a, CONCENTRACIONES RUMINALES DE AMONIO (NH₄)^b Y PLASMÁTICAS DE UREA^c EN VACAS LECHERAS A PASTOREO PRIMAVERAL Y SUPLEMENTADAS CON 0 (—◆—), 40 g (—△—) O 65 g (—○—) /VACA/DÍA DE TANINOS DE QUEBRACHO.

para el adecuado crecimiento de microorganismos en el rumen (3,0 mmol/L) [31]. Sin embargo, se ha observado concentraciones ruminales de NH₄ de aproximadamente 4,0 mmol/L con dietas sincrónicas y de 14,6 mmol/L con dietas asincrónicas [16]. Por otro lado, el alto contenido de CHO solubles de la pradera (TABLA II) probablemente se asoció al alto porcentaje de vacas con valores marginales de pH ruminal y de SARA durante el estudio [18].

Balace de energía y proteínas. Las concentraciones de los parámetros sanguíneos indicadores del metabolismo energético y proteínico al cero d del experimento, así como durante el periodo de suplementación con taninos fue similar entre los tres tratamientos (P>0,05; TABLA IV). Tampoco se observó diferencias entre la variación entre PV y CC inicial y final entre los tratamientos (P>0,05; TABLA IV). Sin embargo, las concentraciones plasmáticas de urea se encontraron bajo el límite inferior de referencia (2,6 – 7,0 mmol/L) en el cero d del estudio (TABLA IV), incrementando de forma similar en los tres tratamientos al 41 d del ensayo, y así alcanzando valores dentro del intervalo de referencia (FIG. 1C). Los valores bajos de NH₄ ruminal, asociados a las bajas concentraciones de urea plas-

mática, indicaron una adecuada utilización de la proteína de la pradera, probablemente debido a su alto contenido de CHO solubles (≈ 14%) que generó un adecuado sincronismo ruminal entre proteína y energía [31].

Las concentraciones plasmáticas promedio de proteína, albúmina, NEFA, βOH-butirato y colesterol se mantuvieron dentro del intervalo de referencia (TABLA IV), manteniéndose constantes durante el período del ensayo (P>0,05; TABLA IV). Las concentraciones plasmáticas promedio de colesterol en los tres tratamientos indicaron que las vacas presentaron una adecuada ingesta de MS [36]. De manera similar, las concentraciones promedio de NEFA y de βOH-butirato dentro de los intervalos de referencia y similares entre los tres tratamientos (P>0,05; TABLA IV) indicaron una baja tasa de movilización lipídica y un adecuado balance energético de las vacas, ya que las concentraciones plasmáticas de NEFA y de βOH-butirato se correlacionan negativamente con el estado energético del animal, el cual es más negativo durante las primeras semanas de lactancia [36].

El posible efecto de los taninos sobre el balance energético estaría relacionado con el incremento en la absorción

Respuesta metabólica y productiva de vacas lecheras en pastoreo / Noro, M. y col.

TABLA IV
CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS ($\bar{X} \pm EE$) DE INDICADORES ENERGÉTICOS Y PROTEÍNICOS Y LA VARIACIÓN ENTRE PESO VIVO (ΔPV) Y CONDICIÓN CORPORAL (ΔCC) INICIAL Y FINAL EN VACAS LECHERAS A PASTOREO PRIMAVERAL Y SUPLEMENTADAS CON 0 (GC), 40 g (G40) O 65 g/VACA/DÍA (G65) DE TANINOS DE QUEBRACHO

Variable	G40	G65	GC	EE	P tratamiento	P tratamiento*tiempo
Urea basal (mmol/L)	2,44	2,20	2,22	0,13	0,4123	–
Urea (mmol/L)	3,63	3,58	3,51	0,13	0,7817	<0,0001
Albúmina basal (g/L)	41,4	40,1	43,4	0,96	0,0712	–
Albúmina (g/L)	40,2	40,0	40,6	0,49	0,6210	0,1667
Proteína basal (g/L)	96,3	92,9	95,8	3,86	0,8030	–
Proteína (g/L)	86,5	86,3	86,0	1,02	0,9464	0,4502
β OH butirato basal (mmol/L)	0,53	0,53	0,59	0,06	0,6419	–
β OH butirato (mmol/L)	0,55	0,64	0,56	0,03	0,0785	0,1728
NEFA basal (μ mol/L)	227	205	168	26,7	0,2986	–
NEFA (μ mol/L)	150	168	128	21,2	0,4221	0,0864
Colesterol basal (mmol/L)	4,68	4,57	5,03	0,35	0,6333	–
Colesterol (mmol/L)	4,73	5,02	4,75	0,17	0,3970	0,2500
ΔPV †	11,0	1,9	8,2	7,31	0,6700	–
ΔCC ‡	-0,43	-0,41	-0,32	0,09	0,7089	–

†Diferencia de peso vivo entre día 0 y 41. ‡Diferencia de condición corporal entre día 0 y 41.

aminoacídica y el incremento de la proporción molar de propionato ruminal [19], que es el principal precursor gluconeogénico en el rumiante. Vacas alimentadas con ensilajes con alto contenido de taninos (0,135% MS del ensilaje) y concentrado con alto contenido de proteína cruda (PC) presentaron mayores concentraciones plasmáticas de proteína que vacas alimentadas con bajo contenido de PC en el concentrado, diferencia no observada cuando se aportó ensilaje con bajo contenido de taninos [34]. De eso se sugiere que la cantidad de proteína verdadera de la dieta de las vacas suplementadas con 40 y 65 g de taninos de quebracho podría haber sido insuficiente para que los taninos ejerciesen sus efectos, o más bien, los taninos no presentaron efectos sobre la porción soluble de la proteína. A su vez, la tasa de degradación de la FDN (35-38%) en sistemas de pastoreo semejantes al del sur de Chile es muy alta, presentando una tasa de pasaje cercana a 30%/hora [12], lo que podría perjudicar la unión de los taninos con la proteína en el rumen.

Producción y composición de la leche. La PL y el porcentaje de grasa láctea fueron similares ($P>0,05$) entre los tratamientos al cero d del ensayo, a su vez el porcentaje de proteína láctea fue inferior en el G65 comparado con el control ($P>0,05$; TABLA V). Durante el período de suplementación con taninos, la PL promedio fue igual entre los tratamientos ($P>0,05$), sin embargo, el porcentaje de grasa fue inferior en el G65 comparado con el control ($P<0,05$); G40 presentó porcentaje de grasa láctea similar a los otros tratamientos ($P>0,05$; TABLA V). Los porcentajes de proteína láctea fueron inferiores en los tratamientos suplementados con taninos que en el con-

trol ($P<0,05$; TABLA V). Las concentraciones de urea en leche fueron semejantes entre los tres tratamientos ($P>0,05$; TABLA V), encontrándose dentro de los intervalos de referencia (15- 42 mg/dL) durante todo el período del ensayo. Sin embargo, sus concentraciones se incrementaron en todos los tratamientos al 41 d respecto al 14 d ($P<0,05$).

Los posibles efectos productivos positivos en animales suplementados con cantidades moderadas de taninos se atribuye a la protección de la proteína dietética a la degradación ruminal, dando lugar al aumento del flujo de aminoácidos al intestino delgado y al incremento en la absorción de aminoácidos esenciales hacia la sangre [27]. A su vez, cuando se incrementa la absorción intestinal de aminoácidos se esperaría un incremento en las concentraciones de proteína en leche y albúmina en plasma, las cuales fueron similares entre los tres tratamientos ($P>0,05$). Sin embargo, se ha observado que los taninos disminuyen la concentración de ácidos grasos volátiles [11] y la proporción molar de ácido acético y de propiónico incrementado la razón C2:C3 ruminal [20]; de eso se sugiere que podrían ejercer un efecto negativo sobre el balance energético y consecuentemente sobre la PL. Si bien, se describen efectos positivos del uso de taninos en la dieta, cuando son utilizados en altos porcentajes de la MS dietética ellos pueden deprimir el consumo y generar pérdidas productivas. La adición de taninos de quebracho en la dieta de las ovejas a 0; 0,28 y 0,83% de MS, no afectó el consumo de alimento, sin embargo con un aporte de 1,66% disminuyó significativamente [17]. Resultados similares fueron observados en vacas con dietas en base a pradera y suplementadas con taninos de que-

TABLA V
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN LÁCTEA ($\bar{X} \pm EE$) EN VACAS LECHERAS A PASTOREO PRIMAVERAL Y SUPLEMENTADAS CON 0 (GC), 40 g (G40) O 65 g/VACA/DÍA (G65) DE TANINOS DE QUEBRACHO

Variable	G40	G65	GC	EE	P tratamiento	P tratamiento*tiempo
Prod# láctea basal (L/vaca/día)	23,1	24,6	21,7	1,25	0,2590	–
Prod# láctea (L/vaca/día)	21,6	22,5	20,3	0,82	0,2016	0,7689
Prod láctea corregida basal*	23,5	23,2	23,1	1,18	0,9723	–
Prod láctea corregida*	21,9	22,3	22,6	0,75	07944	0,5305
Grasa láctea basal (%)	3,49	3,25	3,67	0,16	0,1723	–
Grasa láctea (%)	3,57 ^{ab}	3,43 ^b	3,86 ^a	0,09	0,0058	0,9871
Proteína láctea basal (%)	3,29 ^{ab}	3,28 ^b	3,56 ^a	0,08	0,0248	–
Proteína láctea (%)	3,23 ^b	3,15 ^b	3,44 ^a	0,06	0,0026	0,9923
Urea leche basal (mg/dL)	23,7	25,1	19,4	1,89	0,0981	–
Urea leche (mg/dL)	24,3	25,3	21,7	1,47	0,2178	0,0301

#Producción; *Producción láctea corregida al 3,4% de grasa (L/vaca/día).

bracho hasta el 0,2% de la MS [2]. Sin embargo, los efectos de los taninos dependen de la composición de la dieta. Corderos alimentados con arveja fresca (*Vicia sativa*) y suplementados con taninos de quebracho (0,89% MS) disminuyeron el consumo de MS, mientras que aquellos alimentados en base a concentrado no cambiaron su ingesta de MS [37]. El menor porcentaje de proteína láctea en las vacas suplementadas con taninos en el presente estudio ($P < 0,05$; TABLA IV), podría estar asociado a un efecto de dilución por el mayor volumen de leche producido en las vacas tratadas (G40: 23,1 L/vaca/d; G65: 24,6 L/vaca/d), comparadas con el control (21,7 L/vaca/d), sin embargo estas diferencias en el volumen de producción láctea no fueron significativas ($P > 0,05$; TABLA IV). Otro estudio observó un menor contenido de proteína láctea asociado a una mayor producción de leche y grasa butírica en vacas lecheras suplementadas con cascara de maní (*Arachis hypogaea*) y 0,18% taninos [38]. Por otro lado, vacas mestizas en lactancia media suplementadas con cascara de semilla de tamarindo (*Tamarindus indica*), subproducto rico en taninos (0,14% dieta), incrementaron su contenido de PL y el peso corporal [4]. Sin embargo, en otro ensayo con vacas utilizando taninos condensados de *Acacia mearnsii* (163-326 g/animal/d), se observó una reducción en la producción láctea, porcentaje de grasa y proteína en leche [13] asociados a la disminución en el consumo de alimento y en la digestibilidad. Vacas lecheras alimentadas con *L. corniculatus* incrementaron en un 42% su producción (2,7 kg/vaca/d) y un 57% la proteína láctea comparada con vacas alimentadas con *L. corniculatus* más polietilenglicol (PEG), sustancia que se une a los taninos impidiendo su acción [40]. En otro estudio se observó un incremento de 1,5 L/vaca/d y de grasa (60 g/vaca/d) con una tendencia a disminuir la concentración de urea en leche, cuando se implementó el uso de taninos en vacas a pastoreo de verano [8]. Estos resultados pueden deberse a un mejor balance energético de las dietas con este aditivo, al disminuir la solubilidad y degradabili-

dad de las proteínas y menor demanda de energía para detoxificar el amonio absorbido.

No obstante, es difícil comparar los resultados del presente estudio con otros ensayos, visto que la mayoría de los estudios con suplementación con taninos son realizados usando un alto contenido de granos en la dieta. Además, no todos los tipos de taninos presentan respuestas nutricionales y ambientales beneficiosas. Las discrepancias entre los estudios se atribuyen a las interacciones proteína-tanino, que no siempre funcionan en un modo óptimo en función de sus estructuras químicas, calidades y cantidades. Cabe resaltar que los efectos de los taninos en la productividad de los rumiantes dependen del tipo de taninos y la dosis, como así también de la composición y degradabilidad de la proteína dietética, así como del requerimiento aminoacídico y del estatus de otros nutrientes en el animal [27].

CONCLUSIONES

La suplementación con taninos de quebracho en vacas lecheras a pastoreo, en las dosis utilizadas y en las condiciones del estudio, no afectó los parámetros indicadores de fermentación ruminal y de balance energético-proteínico, sin embargo cuando usada en dosis de 65g/vaca/d redujo el contenido de proteína y grasa láctea, motivo por lo cual no se recomienda el uso de dosis mayores a 40 g/vaca/d en sistemas pastoriles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BAL, M.A.; SHAVER, R.D.; JIROVEC, A.G.; SHINNERS, K.J.; COORS, J.G. Crop processing and chop length of corn silage: effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83: 1264-1273. 2000.

Respuesta metabólica y productiva de vacas lecheras en pastoreo / Noro, M. y col. _____

- [2] BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M.; MARTINEZ, T.F.; MCALLISTER, T.A. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. **J. Anim. Sci.** 85: 1990-1996. 2007.
- [3] BENCHAAAR, C.; MCALLISTER, T.A.; CHOUINARD, P.Y. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cin-namaldehyde, quebracho condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extracts. **J. Dairy Sci.** 91: 4765-4777. 2008.
- [4] BHATTA, R.; KRISHNAMURTY, U.; MOHAMMED, F. Effect of feeding tamarind (*Tamarindus indica*) seed husk as a source of tannin on dry matter intake, digestibility of nutrients and production performance of cross-bred dairy cows in mid lactation. **Anim. Feed Sci. Technol.** 83: 67-74. 2000.
- [5] BORCHERS, R. Allantoin determination. **Anal. Bioch.** 79: 612-613. 1977.
- [6] CANSECO, C.; ABARZÚA, A.; PARGA, J.; TEUBER, N.; BALOCCHI, O.; LOPETEGUI, J.; ANWANDTER, V.; DEMANET, R. Calidad nutritiva de las praderas. In: Teuber, N.; Balocchi, O., Parga, J. (Eds). **Manejo del pastoreo.** 129 pp. 2007.
- [7] DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. Informe de precipitaciones. 2013. En línea: <http://www.meteochile.cl/precipitacion.html>. 01/02/2013.
- [8] CONTI, G.; GARNERO, O.; BERTOLI, J.; GALLARDO, M.; GATTI, E.; ZORATTI, O. Efecto de los taninos condensados sobre la producción y composición de leche de vacas lecheras en pastoreo de verano. **Rev. Arg. Prod. Anim.** 27:104-105. 2007.
- [9] FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; THOMSEN, N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. **J. Dairy Sci.** 77: 2695-2703. 1994.
- [10] FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; RAMOS, G.; GIRÁLDEZ, F.J.; MANTECÓN, A.R. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Anim. Feed Sci. Tech.** 95: 215-226. 2002.
- [11] GETACHEW, G.; PITTROFF, W.; PUTNAM, D.H.; DANDEKAR, A.; GOYAL, S.; DEPETERS, E.J. The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on in vitro rumen fermentation and microbial protein synthesis. **Anim. Feed Sci. Tech.** 140: 444-461. 2008.
- [12] GIBBS, J.; SALDIAS, B. Rumen function in high production pasture based cows of the South Island of new Zealand. XXVI World Buiatrics Congress. Santiago, 11/14-18 Chile. 58 pp. 2010.
- [13] GRAINGER, C.; CLARKE, T.; AULDIST, M.J.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M.; WAGHORN, G.C. Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. **Can. J. Anim. Sci.** 89: 241-251. 2009.
- [14] GUIMARÃES-BEELEN, P.M.; BERCHIELLI, T.T.; BUD-DINGTON, R.; BEELEN, R. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavofaciens* FD1. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 58: 910-917. 2006.
- [15] HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. Tannins and lignins. In: Rosenthal, G.A., Berenbaum, M.R. (Eds). **Herbivores: their interactions with secondary plant metabolites**, Academic Press, NY, USA. Pp 355-388. 1991.
- [16] HENNING, P.H.; STEYN, D.G.; MEISSNER, H.H. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **J. Anim. Sci.** 71: 2516-2528. 1993.
- [17] HERVAS, G.; PEREZ, V.; GIRALDEZ, F.J.; MANTECON, A.R.; ALMAR, M.M.; FRUTOS, P. Intoxication of sheep with quebracho tannin extract. **J. Comp. Pathol.** 129: 44-54. 2003.
- [18] KOLVER, E.S.; DE VETH, M.J. Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. **J. Dairy Sci.** 85: 1255-1266. 2002.
- [19] MAKKAR, H.P.; BLUMMEL, M.; BECKER, K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. **Br. J. Nutr.** 73: 897-913. 1995.
- [20] MARTÍNEZ, T.F.; MCALLISTER, T.A.; WANG, Y.; REUTER, T. Effects of tannic acid and quebracho tannins on in vitro ruminal fermentation of wheat and corn grain. **J. Sci. Food Agric.** 86: 1244-1256. 2006.
- [21] MUETZEL, S.; BECKER, K. Extractability and biological activity of tannins from various tree leaves determined by chemical and biological assays as affected by drying procedure. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 125: 139-149. 2006.
- [22] NORO, M.; SEPÚLVEDA, P.; CÁRDENAS, F.; CHIHUAILAF, R.H.; WITTEWER, F. Ruminocentesis dorso-medial: un procedimiento seguro para la obtención de líquido ruminal en vacas lecheras a pastoreo. **Arch. Med. Vet.** 45: 25-31. 2013.
- [23] NORO, M.; STRIEDER-BARBOZA, C.; KUSCHEL, D.; PULIDO, R.G.; WITTEWER, F.G. Variaciones diarias de parámetros ruminales y sanguíneos en vacas lecheras a pastoreo de primavera suplementadas con dos fuentes de nitrógeno no proteínico. **Rev. Cient. FCV-LUZ.** XXI (2): 154-162. 2012.

- [24] NORO, M.; WITTWER, F. Relationships between urea-genesis and gluconeogenesis in ruminants fed a high content of nitrogen. **Vet. Méx.** 42: 143-154. 2012.
- [25] O'GRADY, L.; DOHERTY, M.L.; MULLIGAN, F. Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows. **Vet. J.** 176: 44-49. 2008.
- [26] ORELLANA, P.; MENDOZA, N.; SCORI, M. Relaciones entre la excreción urinaria de derivados de purina y creatinina con el consumo. **Arch. Med. Vet.** 30: 75-83. 1998.
- [27] PATRA, A.K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **J. Sci. Food Agric.** 91: 24-37. 2011.
- [28] PETRIE, A.; WATSON, P. An introduction to hypothesis testing. In: Petrie, A., Watson, P. (Eds). **Statistics for Veterinary and Animal Science**, Wiley-Blackwell: Oxford. Pp. 73-82. 2006
- [29] PETRIE, A.; WATSON, P. Non-parametric statistic methods. In: Petrie, A., Watson, P. (Eds). **Statistics for Veterinary and Animal Science**, Wiley-Blackwell: Oxford. Pp 158-173. 2006.
- [30] PETRIE, A.; WATSON, P. Probability and probability distributions. In: Petrie, A., Watson, P. (Eds). **Statistics for Veterinary and Animal Science**, Wiley-Blackwell: Oxford. Pp. 28-44. 2006.
- [31] PULIDO, R. Dinámica del nitrógeno amoniacal y pH ruminal en vacas a pastoreo. En: Contreras, P.A., Noro, M. (Eds). **Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa**, América: Valdivia. Pp 61-68. 2010.
- [32] SCANDOLO, D.; NORO, M.; BOHMWALD, H.; CONTRERAS, P.A.; WITTWER, F. Variación diaria del pH y de las concentraciones de magnesio y potasio del fluido ruminal en vacas lecheras a pastoreo. **Arch. Med. Vet.** 39: 141-146. 2007.
- [33] SEPÚLVEDA, P.; WITTWER, F.; BÖHMWALD, H.; PULIDO, R.; NORO, M. pH ruminal y balance metabólico de Mg en vacas lecheras en pastoreo suplementadas con óxido de magnesio. **Arch. Med. Vet.** 43: 241-250. 2011.
- [34] SINCLAIR, L.A.; HART, K.J.; WILKINSON, R.G.; HUNTINGTON, J.A. Effects of inclusion of whole-crop pea silages differing in their tannin content on the performance of dairy cows fed high or low protein concentrates. **Liv. Sci.** 124: 306-313. 2009.
- [35] STATISTIX. Statistix 8.0: User's manual. Tallahassee, FL, USA: Analytical software. Pp. 396. 2003.
- [36] VAN SAUN, R. Indicators of dairy cow transition risks: metabolic profiling revisited. In: Wittwer, F.; Chihuailaf, R.; Contreras, H.; Gallo, C.; Kruze, J.; Lanuza, F.; Letellier, C.; Monti, G., Noro, M. (Eds). **Updates on ruminant production and medicine**, Andros impresores: Santiago. Pp. 65-77. 2010.
- [37] VASTA, V.; PRIOLO, A.; SCERRA, M.; HALLETT, K.G.; WOOD, J.D.; DORAN, O. Delta(9) desaturase protein expression and fatty acid composition of *Longissimus dorsi* muscle in lambs fed green herbage or concentrate with or without added tannins. **Meat Sci.** 82: 357-364. 2009.
- [38] WEST, J.W.; HILL, G.M.; UTLEY, P.R. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.** 76: 590-599. 1993.
- [39] WOODWARD, A. Chemical composition of browse in relation to relative consumption of species and nitrogen metabolism of livestock in southern Ethiopia. Cornell University: Ithaca, NY, USA. 195 pp. 1988.
- [40] WOODWARD, S.L.; AULDIST, M.J.; LABOYRIE, P.J.; JANSEN, E.B.L. Effect of *Lotus corniculatus* and condensed tannins on milk yield and milk composition of dairy cows. **Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.** 59: 152-155. 1999.