

## Calidad de carne de chivitos criollos neuquinos en sistemas silvopastoriles con pino ponderosa

G. Caballé<sup>1</sup>, M. Zimmerman<sup>2</sup>, L. Borrelli<sup>1</sup>, Pighin, D.<sup>3</sup>, Cunzolo, S.<sup>3</sup>

### Resumen

La ganadería transhumante, basada principalmente en la cabra criolla neuquina, es la principal actividad productiva del norte de provincia de Neuquén (Argentina).

Los estudios de dieta de las cabras criollas en sistemas silvopastoriles con pino ponderosa que no recibieron la primera poda, y en consecuencia presentan ramas hasta el nivel del suelo, indican una baja preferencia por la acícula del pino pero una participación promedio en la dieta del 12%, con picos de hasta el 21%, debido a la alta disponibilidad de este forraje. Independientemente de la baja preferencia que muestran las cabras por la acícula de pino, la participación en la dieta es considerable y la presencia de taninos junto a otros compuestos secundarios podría tener efectos negativos sobre la calidad de carne, afectando el principal producto de este tradicional sistema productivo, el “chivito criollo”. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición química de la carne de Chivitos Criollos producidos bajo un sistema silvopastoril con pino ponderosa. Se trabajó con 9 “chivitos criollos” de 6 meses de edad en el momento de su faena. Los mismos se encontraban pastoreando en un sistema silvopastoril con pino ponderosa (12 años de edad sin poda). A las 24 hs post-faena se tomaron muestras del músculo Longissimus dorsi (LD). Las mismas fueron maduradas en refrigeración durante 2 días (3 en total post-faena) y se estudió la composición química de la carne: contenido de grasa intramuscular (GI) y perfil de ácidos grasos (AG). La participación en la dieta de acículas de pino no produjo modificaciones en el tenor graso de las carnes generadas (músculo LD), pero sí impactó sobre su perfil de AG, en comparación con los animales mamones o de veranada convencional. Este diferente perfil de AG se vio especialmente reflejado sobre la relación AGPI/AGS, alejándola ligeramente de los valores nutricionalmente recomendados.

**Palabras clave:** ácidos grasos, grasa intramuscular, dieta

## Meat quality of goat “criollo neuquino” kids in silvopastoral systems with ponderosa pine

### Abstract

The transhumance livestock, mainly based on the goat “criollo neuquino”, is the main productive activity of northern Neuquén province (Argentina). Diet studies of “criollo” goats in silvopastoral systems with ponderosa pine, indicate a low preference for pine needle but an average 12 % of participation in the diet, with peaks up to 21% due to the high availability of this forage. Regardless of the low preference shown for the goats by pine needle, the needle participation in the diet is important and the presence of tannins together with other secondary compounds could have negative effects on meat quality, affecting the main product of this traditional production system, the goat “criollo neuquino” kids. The aim of this work was to study the chemical composition of goat “criollo neuquino” kids meat produced under a silvopastoral system with ponderosa pine. We worked with 9 “criollo” kids 6 months old at the time of slaughter. They were grazing on a ponderosa pine silvopastoral system (12 years old without pruning). At 24 hours post-slaughter samples of *Longissimus dorsi* (LD) muscle were taken. They were ripened refrigerated for 2 days (3 total days post-slaughter) and chemical composition of meat was studied: content of intramuscular fat (IF) and fatty acids (FA). The pine needle participation in the diet produced no changes in the fat content of the meat (muscle LD), but impacted on the FA profile, compared with animals from conventional grazing in open grasslands. This different profile of FA was particularly reflected on the PUFA/SFA ratio, away slightly from the nutritionally recommended values.

**Key words:** fatty acids, intramuscular fat content, diet

<sup>1</sup> INTA EEA Bariloche, Modesta Victoria 4450, C.P.: 8400, CC 277. San Carlos de Bariloche, Argentina, email: caballé.gonzalo@inta.gob.ar <sup>2</sup> Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido, Leales, Tucumán. <sup>3</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, INTA Castelar.

## Introducción

La ganadería transhumante, basada principalmente en la cabra criolla neuquina, es la principal actividad productiva del norte de provincia de Neuquén (Argentina), contando con aproximadamente 1700 productores crianceros y 185 mil cabras (CNA 2020). La implementación de sistemas silvopastoriles basados en plantaciones de pino ponderosa en zonas de veranada de la ganadería transhumante, exige mantener el nivel de cobertura arbórea entre 30 y 50% para no afectar negativamente la producción del pastizal natural. En estos niveles de cobertura arbórea, la calidad de las principales especies forrajeras tampoco se ve afectada respecto a las situaciones a cielo abierto (Caballé et al. 2009, Caballé 2013). Bajo estas condiciones, la evolución en peso y condición corporal de las cabras no muestra diferencias con el pastoreo convencional a cielo abierto y las ganancias diarias de peso indican una tendencia favorable hacia el silvopastoreo (Caballé et al. 2009).

Los estudios de dieta de las cabras criollas en sistemas silvopastoriles que no recibieron la primera poda, y en consecuencia los pinos presentan ramas hasta el nivel del suelo, indican una baja

preferencia por la acícula del pino pero una participación promedio en la dieta del 12%, con picos de hasta el 21%, debido a la alta disponibilidad de este forraje respecto a lo que ofrece el pastizal natural (Caballé et al. 2009, 2011). En términos de calidad, la acícula de pino presenta mayor contenido de proteína bruta y menor digestibilidad que las gramíneas presentes en el pastizal natural (Caballé et al. 2010), y una concentración promedio de 3% de taninos totales, lo que también explica la baja preferencia (González et al. 2013). Independientemente de la baja preferencia que muestran las cabras por la acícula de pino, la participación en la dieta es considerable y la presencia de taninos junto a otros compuestos secundarios podría tener efectos negativos sobre la calidad de carne, afectando el principal producto de este tradicional sistema productivo, el “chivito criollo”. Anualmente se faenan en la región norte de Neuquén más de 20 mil chivitos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar la composición química de la carne de “chivitos criollos” en un sistema silvopastoril con pino ponderosa.

## Materiales y Métodos

Se trabajó con 9 chivitos de la raza Criolla Neuquina de una edad de 6 meses en el momento de su faena. Los mismos se encontraban pastoreando en un sistema silvopastoril con *Pinus ponderosa* (12 años de edad sin poda) en sitios de veranada del paraje de Manzano Amargo en el norte de la provincia de Neuquén (36°43'13'', 70°48'27''). A las 24 hs post-faena se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi* (LD). Las mismas fueron maduradas en refrigeración durante 2 días (3 en total post-faena) y se estudió la composición química de la carne: contenido de grasa intramuscular (GI) y perfil de ácidos grasos. Sobre las muestras se determinó el contenido de grasa intramuscular (método Soxhlet), contenido de CLA (ácido linoleico conjugado), AGS (ácidos grasos saturados), AGMI (ácidos grasos mono-insaturados), AGPI (ácidos grasos poli-insaturados), ácidos grasos omega 3 (n-3) y omega 6 (n-6) mediante extracción con solventes (Folch) de la fracción grasa intramuscular, metilación de los ácidos grasos y posterior análisis mediante cromatografía en fase gaseosa (CG Varian). Empleando los mismos métodos se obtuvo también el perfil de ácidos grasos de una muestra compuesta de acículas de pino ponderosa.

El perfil de ácidos grasos del músculo LD de los animales pro-

venientes del sistema silvopastoril fue comparado con el de Chivitos Criollos Mamones y Chivitos Criollos de Veranada. Los primeros comprenden animales de aproximadamente 3 meses de edad, cuya faena suele concentrarse desde mediados de Octubre hasta fines de Diciembre, y ocurre cuando los piños todavía están en los campos de invernada. Los Chivitos de Veranada se faenan desde mediados de Enero hasta mediados de Junio, una vez que los piños han bajado de los campos de veranada y comprenden animales de entre 3 y 6 meses de edad. En particular, la categoría de animales utilizados en este estudio es intermedia en edad entre las dos categorías recientemente nombradas, asemejándose más a los Chivitos de Veranada. Los datos fueron comparados mediante ANOVA utilizando el procedimiento PROC GLM del software SAS. Cuando hubo diferencias significativas entre tratamientos se realizó un test de Tukey para evidenciar las mismas. En el grupo de animales a ser faenados provenientes del sistema silvopastoril se determinó la composición botánica de la dieta mediante la técnica microhistológica de heces (Sepúlveda et al. 2004). Se analizaron dos muestras compuestas de heces de los 9 animales del grupo, una tomada el mes anterior a la faena (feb-2012) y la otra, el día de la faena (mar-2012).

## Resultados y Discusión

### Dieta

El análisis microhistológico de las heces indicó en ambos meses una mayor proporción en la dieta de árboles y arbustos respecto al resto de las clases forrajeras (Tabla 1). Dentro de los árboles y arbustos en el mes previo a la faena, la especie con mayor proporción en la dieta fue el arbusto *Mulinum spinosum* (neneo) seguido de la especie arbórea *Nothofagus antarctica* (ñire) y luego el *Pinus ponderosa* (6,4%). En la

dieta del momento de la faena, aparecen también estas tres especies dentro de la clase forrajera árboles y arbustos pero con distintas proporciones, siendo el pino ponderosa el que presenta mayor porcentaje (14,6%, Tabla 1).

En términos generales, el perfil de AG de la grasa intramuscular del LD de animales pastoreando en el sistema silvopastoril condujo a diferencias significativas en cuanto a los niveles de AGS, AGPI y relación de AGPI/AGS, en comparación con aquellos

**Tabla 1.** Dieta de chivitos criollos neuquinos de 6 meses de edad pastoreando en un sistema silvopastoril con pino ponderosa. Porcentaje total de consumo por clase forrajera y de las principales especies consumidas por clase.

Clase forajera	Febrero 2012		Marzo 2012 (faena)	
	% Consumo	Especies ppales.	% Consumo	Especies ppales.
Gramíneas	21,6	Poa sp. (10%) Hordeum sp. (6,7%)	27,3	Poa sp. (13,1%) Rytidosperma virescens (6,4%)
Graminoideas	5,7	Juncus sp. (1,4%) Mulinum sp. (19,3%)	7,5	Carex sp. (6,4%) Mulinum sp. (2,4%)
Árboles y Arbustos	49,3	Nothofagus antarctica (11,7%) Pinus ponderosa (6,4%)	42,3	Nothofagus antarctica (3,3%) Pinus ponderosa (14,6%)
Hierbas	23,4	Acaena sp. (19,3%)	22,9	Acaena sp. (21,8%)

animales mamonos y de veranada. Con respecto al contenido total de grasa muscular, no se observaron diferencias significativas con respecto a los demás grupos (Tabla 2 y 3).

Dentro de los niveles de AGS, en el sistema silvopastoril se encontraron menores niveles de 14:0 y 16:0; y mayores niveles de 18:0. En su conjunto, los AGS resultaron significativamente menores a los demás sistemas. Con respecto a los AGPI, el sistema silvopastoril produjo menores niveles de 18:2n6, 18:3n3, CLA y AG de cadena larga (C20-22). Estas variaciones modificaron significativamente la relación AGPI/AGS, alejándola ligeramente de los valores recomendados ( $AGPI/AGS > 0,4$ ). Sin embargo, las relaciones n6/n3 y 18:2n6/18:3n3 no se modificaron significativamente con respecto a los demás grupos.

El análisis del perfil de AG de las acículas de pino (*Pinus*

*ponderosa*), presentó considerables contenidos relativos de AG de cadena corta (menores a C14) y moderado de AGS de cadena media: 14:0 (3,1%), 16:0 (6,2%), 18:0 (4,6%). Por otra parte, más allá de su composición nutricional, trabajos publicados (Adams et al. 1992) han reportado que las acículas de pino en la dieta de rumiantes pueden impactar negativamente sobre la digestibilidad del forraje, resultando tóxicas para la población microbiana ruminal.

En el presente trabajo, los menores niveles de AGPI (n6, n3 y CLA) hallados en la grasa intramuscular se debería al escaso aporte de AG saturados (18:3n3 y 18:2n6) por parte de las acículas de pino. No obstante, tampoco podría descartarse un efecto secundario por toxicidad de parte de las acículas sobre los micro-organismos ruminales, y por ende, de inhibición sobre la biohidrogenación ruminal.

**Tabla 2:** Contenido de grasa intramuscular (GI), ácidos grasos saturados (AGS), ácidos grasos insaturados (AGI), ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poli-insaturados (AGPI), ácido linoleico conjugado (CLA), ácidos grasos omega 3 (n-3), ácidos grasos omega 6 (n-6), relación AGPI n-6/n-3, relación AGMI/AGS y relación AGPI/AGS en el músculo *Longissimus dorsis* de "chivitos criollos neuquinos" mamonos, de veranada y en sistema silvopastoril con pino ponderosa.

Variable	Mamonos (n=9)	Veranada (n=10)	Silvopastoreo (n=9)	Sig.
GI%	1,9	2,4	2,2	ns
AGS %	36,9 ab	38,6 a	35,6 b	**
AGI %	50,7	49,7	47,4	ns
AGMI%	36,5	38,4	36,4	ns
AGPI %	14,2 a	11,3 b	9,5 b	**
CLA	0,9 a	0,8 a	0,3 b	**
n-3	5,7 a	4,4 b	3,7 b	**
n-6	8,5 a	6,9 ab	5,9 b	**
n-6/n-3	1,5	1,6	1,6	ns
AGMI/AGS	0,9	1	1,1	ns
AGPI/AGS	0,4 a	0,3 b	0,3 b	**

\*Dentro de la fila, medias con igual letra no difieren entre sí ( $p > 0,05$ )

**Tabla 3:** Perfil de ácidos grasos del músculo *Longissimus dorsis* de chivitos criollos neuquinos mamonos, de veranada y en sistema silvopastoril con pino ponderosa.

Variable	Mamonos (n=9)	Veranada (n=10)	Silvopastoreo (n=9)	Sig.
GI%	1,9	2,4	2,1	ns
C14:0	4,8 a	4,1 ab	3,3 b	**
C16:0	21,5 a	20,8 a	18,4 b	**
C16:1 n7	3,8 a	3,5 a	1,7 b	**
C17:0	1,1	1,3	1,2	ns
C17:1	1,1 a	0,9 a	0,8 b	**
C18:0	10,6 a	13,7 b	13,9 b	**
C18:1n9	32,6	34,9	34,8	ns
C18:2n6	5,7 a	4,4 b	3,8 b	**
C18:3 n3	1,9 a	1,7 ab	1,4 b	**
C 20-22	6,7 a	5,2 ab	4,3 b	**
18:2/18:3	3,2	2,6	2,7	ns

\*Dentro de la fila, medias con igual letra no difieren entre sí ( $p > 0,05$ )

## Conclusión

La participación en la dieta de acículas de pino en chivitos pastoreando en sistemas silvopastoriles con pino ponderosa no produjo modificaciones en el tenor graso de las carnes generadas (músculo *LD*), pero sí impactó sobre su perfil de AG, en comparación con los animales mamones o de veranada. Este diferente perfil de AG se vio especialmente reflejado sobre la relación AGPI/AGS, alejándola ligeramente de los valores nutricionalmente recomendados.

## Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento al productor criancero Cristian Castillo por proveer los animales para este trabajo y a las autoridades y personal de la Asociación de Fomento Rural (AFR) Manzano Amargo-Pichi Neuquén por colaborar en las tareas de campo y permitimos utilizar sus forestaciones para la realización del ensayo.

## Bibliografía

- Adams, D.C., J.A. Pfister, R.E. Short, R.C. Gates, R.D. Wiedmeier, and B.N. Knapp. 1992. Pine needle effects on in vivo and in vitro digestibility of crested wheatgrass. *J. Range Manage.* 45:249-253.
- Caballé, G. 2013. Efecto interactivo de la defoliación del estrato herbáceo y la cobertura del estrato arbóreo sobre el crecimiento del estrato herbáceo en sistemas silvopastoriles. Tesis doctoral, EPG-FAUBA-UBA.
- Caballé G., Dezzotti A., Sbrancia R., Stecher G., Reising C., Bonvissuto G., Fernández M. E., Gyenge J. y Schlichter T. 2009. Estudio de caso: Interacción entre el pastizal natural, la plantación de pino y el ganado caprino en el sistema silvopastoril experimental de Mallín Verde (Neuquén). Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. P. Peri (ed) Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. 12 pp.
- Caballé G.; Reising C.; Cohen L. 2010. Valor nutritivo y disponibilidad de materia seca de pino ponderosa en sistemas silvopastoriles. Actas Primer Congreso Internacional Agroforestal Patagónico, Coyhaique, Chile. 10 pp.
- Caballé G.; Borrelli L.; Avila M.; Castañeda S.; Inostroza L., Muñoz O.; Reising C. 2011. Interacción planta-animal: la cabra criolla y su preferencia por el pino ponderosa. Actas Segundo Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Santiago del Estero, Argentina. 6pp.
- CNA 2002. Censo Nacional Agropecuario, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Argentina. [http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuario/cna\\_principal.asp](http://www.indec.mecon.gov.ar/agropecuario/cna_principal.asp)
- García P. T. 2011. Metabolism of alfa-linoleic acid (ALA) in meat animals, Soyben and Nutrition, Prof. Hany El-Shemy (Ed.), ISBN: 978-953-307-536-5, InTech.
- González G. L.; Caballé G.; Rossi C. A.; De Loof E.; Alonso D. O. 2013. Contenido de taninos en hojas de *Pinus ponderosa* en un sistema silvopastoril con cabras del norte de Neuquén. Actas 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. 2 pp., Iguazú, Misiones.
- Sepúlveda Palma L.; Pelliza A.; Mancorda M. 2004. La importancia de los tejidos epidérmicos en el microanálisis de la dieta de herbívoros. *Ecología Austral* 14: 31-38.