

EFECTO DEL AGREGADO DE TANINOS EN DIETAS DE DISTINTO NIVEL DE GRANO EN VAQUILLONAS PARA CARNE ALIMENTADAS EN CONFINAMIENTO SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE¹

Pordomingo, A. J.⁽¹⁾, Volpi Lagreca, G.⁽¹⁾,
García Pilar T.⁽²⁾, Grigioni, G.⁽²⁾

(1) INTA Anguil

(2) ITA INTA Castelar

Introducción

El nivel de consumo diario de N es el primer factor correlacionado con la cantidad de N en excretas (Beever, 1993; Hoover y Stokes, 1993; Taminga, 1996). La suplementación con proteínas de alta calidad (Sutton et al., 1996; Cardorniga y Sutter, 1993; Beermann et al., 1991) y de baja degradabilidad ruminal (Knaus et al., 1998; Goedeken et al., 1990; Stock et al., 1989; Titgemeyer et al., 1989; Zinn et al., 1981) incrementa la captura de N directamente en la forma de aminoácidos y aumenta la eficiencia de uso de N. Pero, la imposibilidad del uso de proteínas de origen animal, en particular de subproductos proteicos de la industria de la carne, ha generado la carencia de recursos de baja degradabilidad en rumen. Ese déficit limita la eficiencia de uso de la energía y nutrientes ofrecidos por la dieta.

La utilización de proteína de alta degradabilidad ruminal como oferente proteico casi exclusivo en dietas de feedlot y la formulación por proteína bruta (PB) conducen a baja eficiencia metabólica. Se exacerban las pérdidas de N dietario con efectos ambientalmente indeseables o contaminantes. El tratamiento con taninos para reducir la solubilidad y fermentación ruminal de las proteínas vegetales ha sido sugerido

en algunos estudios (Kugler, 1994; Lee et al., 1992; Waghorn et al., 1990). Pordomingo et al. (2003) han verificado una mejora en la eficiencia de conversión de una dieta de alta energía basada en maíz con el agregado de taninos condensados de quebracho. El consumo voluntario resultó similar entre tratamientos pero el ritmo de engorde superior para los casos que incluyeron taninos. La dosis de taninos condensados de mayor efectividad utilizada en ese trabajo fue de 2.5% de la dieta (base seca). Sin embargo, no se exploraron dosis menores ni variantes en el nivel de fibra.

Tampoco se evaluó en los trabajos anteriores el efecto del agregado de taninos sobre los parámetros físicos y químicos de la carne que definen atributos de calidad, y no existe bibliografía internacional suficiente para inferir sobre el tema, menos específicamente sobre un sistema de producción de carne de vaquillona en confinamiento con 300 kg a la faena. En particular la composición química de la fracción grasa reviste actualmente especial interés dadas las propiedades nutraceuticas deseables de algunos ácidos grasos presentes en la carne bovina.

El presente ensayo planteó como hipótesis:

1) que la inclusión de taninos en la dieta de bovinos en feedlot a niveles de 1.5% o inferiores podría generar el mismo efecto positivo sobre la eficiencia de conversión verificado a dosis mayores,

2) que la reducción de la concentración de la dieta con el agregado de fibra no afectaría la respuesta a la adición de taninos a la dieta,

3) que la inclusión de taninos no tiene efectos sobre los parámetros físicos y químicos de la carne, y

4) que la manipulación del nivel de

fibra larga en la dieta permite manejar el ritmo de engorde y modificar la composición de los perfiles grasos de la carne.

Materiales y métodos

Se evaluó el efecto del agregado de taninos en dos niveles de aplicación (1.5 y 0.75% - base seca- versus un testigo sin taninos) sobre dietas con: a) 70% de grano de maíz y b) 45% de grano de maíz, complementadas con heno de alfalfa, expeller de girasol, urea, sales y núcleo vitamínico y mineral. Para cada nivel de grano se elaboraron las dietas similares en energía metabolizable y PB (NRC, 1996).

Se utilizaron 72 vaquillonas Angus, de un peso vivo inicial de 170 kg de peso vivo (d.s. = 10,2 kg) , en un diseño al azar completamente aleatorizado, ordenados en tres bloques agrupados por peso y distribuidos en 18 corrales con 4 animales cada uno. Los corrales constituyeron las unidades experimentales sobre las que se aplicaron los tratamientos:

- T1 = Dieta basada en 45% grano de maíz, y 0% taninos,
- T2 = Idem T1, con 0,75% de taninos,
- T3 = Idem T1, con 1,5% de taninos,
- T4 = Dieta basada en 70% grano de maíz, y 0% taninos,
- T5 = Idem T4, con 0,75% de taninos,
- T6 = Idem T4, con 1,5% de taninos.

Los taninos fueron provistos por una empresa comercial (UNITAN, S.A.). Se optó por una, mezcla tánica sugerida por la empresa, seleccionada por la alta concentración de taninos condensados, y alta capacidad de asociación reversible con las proteínas solubles.

Los animales se alimentaron una vez al día, sin restricción es al consumo, durante un período de 104días.

Determinaciones

Consumo. Se registró diariamente la cantidad de alimento ofrecido y el remanente del

día anterior para determinar por diferencia el consumo diario de materia seca (CMS) por corral. Se tomaron muestras semanales del alimento con las que se realizó un pool por tratamiento al finalizar en ensayo sobre el que se determinó el contenido de materia seca (MS) y los contenidos de PB (AOAC, 1990), FDA (Goering y Van Soest, 1970) y digestibilidad "in vitro" de la MS (DIVMS, Tilley y Terry, 1963). A través de DIVMS se estimó la concentración de energía metabolizable (EM, Mcal/kg MS).

Aumento de peso. Se determinó el aumento de peso vivo (APV) mediante balanza electrónica individual los días 0, 27, 75 y 104 del ensayo. Previo a la pesada, los animales fueron desbastados durante 17 horas en encierre sin alimento.

Consumo y eficiencia de conversión del alimento. Con la información del alimento consumido y rechazado, promediado para cada corral y período entre pesadas, se calculó el consumo medio por corral para cada período. Se expresó el consumo diario de materia seca (CMS) en valor absoluto (kgMS/día animal) y en relación al peso vivo (CMSPV, %). Dividiendo el CMS diario medio del período por el APV diario medio por corral para el mismo período, se calculó la eficiencia de conversión (EC) del alimento.

Análisis físicos de la carne: Se tomó una muestra de músculo longissimus dorsi separando un corte transversal a la columna vertebral entre la 10 y la 12va costilla. Los cortes fueron identificados individualmente y enfriados por 72 horas para su congelamiento posterior en tunel de frío. Transportadas a INTA Castelar en forma congelada, las muestras fueron conservadas en cámara a -15°C hasta el momento de la evaluación, luego descongeladas a 0 °C. Las determinaciones realizadas fueron: color objetivo en músculo, pH, Capacidad de Retención de Agua (C.R.A.), terneza objetiva, veteado y perfil sensorial.

Color y pH: Las mediciones de color se realizaron con un espectrofotómetro de

reflectancia BYK-Gardner modelo 9000. Las condiciones experimentales fueron: área grande de visión, observador 10° e iluminante D65. Se utilizó la escala de color CIELab y se determinaron los siguientes parámetros por duplicado para cada muestra de carne:

L*: luminosidad, tiene un valor de $L^* = 0$ para el negro y $L^* = 100$ para el blanco

a*: coordenada verde (valores negativos) – rojo (valores positivos)

b*: coordenada azul – amarillo.

Las muestras de músculo fueron expuestas al aire 30 minutos antes de realizarse las mediciones para un adecuado desarrollo del color. Los datos se analizaron estadísticamente utilizando el procedimiento PROC GLM y la comparación de medias se realizó por medio del Test de Tuckey (SAS, 2001). Los datos se analizaron utilizando el software estadístico SPSS+ 11.5 (Illinois, USA).

Capacidad de retención de agua: Se determinó por compresión de la muestra sobre papel de filtro siguiendo la metodología propuesta por ZAMORANO (1996). Los datos se analizaron utilizando el software estadístico SPSS+ 11.5 (Illinois, USA).

Terneza Objetiva: Otras muestras de bife fueron cocinadas en forma estándar hasta una temperatura interna final de 71 °C, registrada con termocuplas tipo T insertas en el centro geométrico. Se registraron los pesos antes y después de la cocción a fin de evaluar las mermas debidas a la cocción. Para efectuar las determinaciones objetivas de terneza se empleó la cizalla de Warner-Brätzler.

Perfil Sensorial: Para realizar el perfil sensorial se utilizó un panel de 8 jueces entrenados los cuales evaluaron las muestras de bife y las caracterizaron en estado fresco y a los 15 días de maduración; las muestras con 25 días de maduración no pudieron ser evaluadas ya que sufrieron un importante deterioro de sus características sensoriales. Las muestras fueron cocinadas y procesadas según los lineamientos generales de AMSA (1996) y la normativa general de IRAM para análisis sensorial.

Composición química de la carne: Se evaluaron el contenido de grasa intramuscular (GI) y el perfil de ácidos grasos de la carne a través de una faena al finalizar el ensayo. De cada animal se tomó un bloque de 3 bifes (9° a 11° costilla) de la media canal izquierda. Las muestras fueron envasadas al vacío y congeladas no antes de 72 hs. luego del despostado. Sobre las muestras se determinó el contenido de grasa intramuscular (método Soxhlet), composición en CLA, SFA, MUFA PUFA y relación n-6:n-3 mediante destilación con solventes (Soxhlet) y metilación de la muestra (Outen, Beever y Fenlon, 1976), purificación de los metilésteres por cromatografía en capa delgada y análisis de los mismos por cromatografía en fase gaseosa.

Análisis estadístico

El ensayo se estableció de acuerdo a un diseño aleatorizado en bloques por peso, con 4 animales por corral y 3 corrales por tratamiento. Los factores nivel de tanino y de grano conformaron un arreglo factorial de tratamientos (3 x 2) en la parcela principal. El modelo incluyó medidas repetidas en el tiempo (análisis tipo split-plot; SAS, 1990). Los datos de aumento de peso fueron analizados tomando al animal como unidad experimental. El consumo y la eficiencia conversión fueron analizados tomando al corral como unidad experimental. Cuando un efecto de los factores de interés (tratamientos) fue detectado significativo ($P < 0,05$), las medias se separaron mediante LSD (SAS, 1990).

Resultados

Performance

El Cuadro 1 resume la información concerniente a la composición de las dietas ofrecidas en cada tratamiento. Puede observarse que las mismas resultaron semejantes en su concentración de PB. Asimismo, dentro de cada nivel de energía (45 o 70 % de grano de maíz), la concentración energética fue similar al igual que la de PB

y el nivel de FDA. Ello resultó dentro de cada grupo en DIVMS similar también.

No se detectaron interacciones ($P > 0.35$) entre los factores principales (nivel de fibra de las dietas y nivel de taninos agregado) en ninguna de las variables medidas (aumento de peso, consumo o eficiencia de conversión). Tampoco se detectó interacción ($P = 0.73$) entre los factores principales y los períodos de muestreo para el peso vivo o aumento de peso. Sin embargo, interacciones significativas ($P < 0.01$) fueron registradas para CMS, CMSPV y EC. Debido a ello y para mayor consistencia en el reporte de resultados, se muestran las medias por período de medición entre pesadas y de la totalidad del ensayo para cada variable analizada (Cuadro 2).

Se detectaron efectos significativos ($P < 0.05$) del nivel de grano en las dietas sobre la evolución del peso vivo, el APV, el CMSPV y la EC en cada período y en la totalidad del ensayo. El CMS absoluto resultó semejante ($P > 0.159$) entre tratamientos sin diferenciarse entre niveles de taninos o niveles de fibra en ningún período o en la totalidad del ensayo.

El peso vivo inicial fue similar ($P = 0.262$) entre todos los tratamientos, pero a los 27 días de iniciado el ensayo los animales sobre dietas de 70% de grano resultaban más pesados ($P = 0.035$) que los que consumían dietas con 45% de grano. Las diferencias se incrementaron progresivamente hasta la finalización del ensayo (Cuadro 2). Al concluir éste, los animales expuestos a dietas con taninos y alto contenido de grano fueron 21 kg más pesados que los que tuvieron menos grano y 10 kg más pesados que el tratamiento con 70% de grano pero sin taninos (Cuadro 2).

El CMS no se vio afectado ($P > 0.159$) por el nivel de grano en la dieta o el agregado de taninos, pero el CMSPV resultó inferior ($P < 0.01$) y la EC superior ($P < 0.05$) en los tratamientos con mayor contenido de grano.

Aunque estadísticamente verificado ($P < 0.05$) en el último período del ensayo solamente, el tratamiento con 70% de grano y 0.75% de taninos promovería un CMSPV algo menor, resultante en una mayor EC ($P < 0.01$) (Cuadro 2). Similares resultados fueron descritos por Pordomingo et al. (2003), con la adición de taninos en dietas de alta concentración energética.

De manera similar a la evolución del peso, el APV resultó mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos con alto grano y agregado de taninos, comparados con el de alto grano y sin taninos o con los tres tratamientos de 45% de grano. Los APV medios de los tratamientos con agregado de taninos y 70% de grano resultaron 12.9, 12.7 y 8.8% superiores al tratamiento del mismo nivel de grano con 0% taninos, en los períodos 1, 2 y 3, respectivamente. En los primeros 27 días (período 1) las diferencias fueron mayores para reducirse particularmente en los últimos 29 días (período 3). El APV medio sobre los 104 días de ensayo para los tratamientos con taninos y 70% de grano resultó 11% superior al APV del tratamiento testigo con el mismo nivel de grano. En el citado ensayo de Pordomingo et al. (2003, se reportaron mejoras en el aumento de peso de vaquillonas con el agregado de taninos, pero las proporciones utilizadas fueron mayores (2.5 y 3.5% de la dieta diaria, base seca).

Los efectos de la presencia de taninos en la dieta detectados entre los tratamientos con 70% de grano no se repitieron entre los tratamientos con 45% de grano. En el nivel de 45% de grano en la dieta, el agregado de taninos no tuvo efectos sobre el peso vivo final ($P > 0.18$), el APV ($P = 0.24$), el CMS ($P = 0.57$), el CMSPV ($P = 0.21$) o la EC ($P = 0.461$) de las vaquillonas (Cuadro 2). A los 104 días en ensayo en los tratamientos con 45% de grano, el peso vivo medio fue de 288.7 kg, los animales ganaron 100 kg de peso y registraron un APV medio de 962 g/día, un CMS de 7.2 kg MS/día, un CMSPV diario de 3kg/100 kgPV y una EC de 7.46:1.

Los APV y CMS alcanzados en las vaquillonas en el nivel de 45% grano fueron similares ($P>0.10$) a los logrados en el tratamiento con 70% de grano y 0% taninos. Pero el CMSPV resultó inferior y la EC superior en ese tratamiento, comparado con los de menor contenido de grano. Ante una dieta con mayor contenido de grano sería esperable un consumo algo inferior y una EC mayor.

Calidad

No se detectaron interacciones ($P>0.142$) entre los factores nivel de grano y nivel de taninos sobre los parámetros analizados. Tampoco se observaron efectos ($P>0.564$) en función del agregado de taninos para L^* , a^* , b^* y pH (Cuadro 3). Los valores de color (L , a y b) registrados se corresponden con valores normales, de colores claros, propios de animales jóvenes alimentados con dietas de alta energía. De la misma manera, los valores de pH se encontraron dentro del rango normal, esperado para carnes congeladas.

Tampoco se detectaron efectos de taninos sobre capacidad de retención de agua (CRA) y parámetros de terneza objetiva (merma y WB) y veteado o *marbling* (Cuadro 3). Los valores de veteado corresponden a "apenas moderado" y equivalen a *Sm* (*Small Amount*) en la escala de USDA. La terneza de la carne pudo calificarse dentro del grupo de carnes tiernas, propia de sistemas de engorde a corral.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de los análisis químicos del contenido y composición del tejido graso del músculo *longissimus dorsi*. No se detectaron efectos ($P>0,636$) del aporte de taninos a las dietas sobre el contenido o la composición grasa. El contenido de grasa intramuscular es bajo, compatible con el engarzamamiento moderado de animales jóvenes en engorde. Los valores observados reflejan una composición similar entre los dos niveles de grano utilizados.

La característica de animal joven a la faena

permitió retener un nivel de ácidos grasos del grupo Omega 3 por encima de los valores reportados en la literatura para categorías de mayor edad y engarzamamiento a la faena. En consecuencia, la relación omega 6/omega 3 no supera el 4:1 y aunque no pastoril, ubicaría a este producto entre las carnes de buen perfil graso. El contenido de CLA (ácido linoleico conjugado) permite corroborar esta observación ya que se ubica en un nivel intermedio entre los mínimos (por debajo del 0.20% reportados para carnes de confinamiento) y los máximos (cerca al 1%, reportados para carnes pastoriles) (Raes et al., 2004).

La importancia del contenido y del perfil de ácidos grasos presentes en la carne bovina radica en su impacto sobre la salud humana. El balance en la dieta humana de ácidos grasos omega 6 (n-6) y omega 3 (n-3) ha sido reconocido como un factor importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares (Hu et al., 2001; Pischon et al. 2003) y también en la respuesta inmunológica e inflamatoria del organismo. La relación ideal de n-6:n-3 de la dieta es de 5 o menor, sin embargo dicha relación en la dieta occidental es superior debido a un excesivo aporte C18:2n-6 (ácido linoleico) lo que genera la necesidad de un incremento sustancial de n-3.

Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) presentes en la grasa intramuscular, los isómeros conjugados del ácido linoleico (CLA) son de importancia debido a su propiedad de mejorar la capacidad del sistema inmunológico (Hayek et al., 1999; O'Shea et al., 2004), a sus propiedades anticancerígenas (Ip et al., 1994a, 1994b, 1996; Visonneau et al., 1997; Field y Schley, 2004) y a sus propiedades antiterogénicas (Lee et al., 1994 a,b), entre otras.

Los sistemas pastoriles permiten mejorar el tipo de ácidos grasos presentes en la carne bovina debido al mayor contenido de AGPI de los forrajes y en particular del precursor C18:3n-3 (ácido linolénico) en com-

paración con los granos de cereales (Mandell et al., 1998; Lorenz et al., 2002; García et al., 2003; Wood et al., 2003; Raes et al., 2004). Si bien los ácidos grasos insaturados son hidrogenados en el rumen muy eficientemente, cierta proporción de los mismos escapa a la hidrogenación y son absorbidos como tal (Wood y Enser, 1997; French et al., 2000 a,b).

El CLA se genera como metabolito intermedio durante el proceso de biohidrogenación ruminal de C18:2 (Kepler et al. 1965; Martin y Jenkins, 2002) y una porción del mismo escapa al rumen y es incorporado al tejido graso, donde además puede ser sintetizado a partir de su precursor el ácido vaccénico (trans-11 C18:1), otro compuesto intermedio de la biohidrogenación (Kepler et al. 1965), por la enzima Δ^9 -desaturasa (Bauman et al., 1999).

Basados en una revisión de 14 estudios, Raes et al. (2003) reportaron que el contenido del isómero CLA cis-9, trans-11 C18:2 varía entre 0,2 y 1,0 g/100g del total de ácidos grasos en la grasa intramuscular del longissimus dorsi. Los niveles más altos se corresponden generalmente con las dietas ricas en forraje (Realini et al., 2004; Raes et al., 2003; Larica et al., 1989) y fuentes de lípidos insaturados (ej. semilla de lino, aceite de pescado) (Raes et al., 2003; Nürnberg et al., 2002; Enser, et al., 1999).

No se detectaron efectos interactivos entre el nivel de grano y el de taninos ($P > 0.05$). Pero el nivel de grano tuvo efectos ($P < 0.05$) sobre algunos parámetros químicos. El contenido de grasa intramuscular resultó menor en los animales alimentados con menos grano (45 vs 70%) (Cuadro 5). Por su parte, la composición lipídica fue diferente. Los contenidos de Omega 3 y CLA resultaron mayores en las dietas con menos grano. Las relaciones 18:2/18:3 y Omega 6/Omega 3 y el contenido de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) fueron menores para ese tratamiento.

Estos resultados permitirían hipotetizar que

la presencia de fibra larga (heno de alfalfa) en un 40% en la dieta habría permitido el desarrollo de un tejido graso intramuscular inferior al alcanzable en dietas de baja fibra. Pero, el perfil graso indica que se podría lograr alcanzar una carne con mayor contenido de ácidos grasos deseables. Efecto éste, sin embargo, que debe estar condicionado a la calidad del heno ofrecido, aspecto que no alcanzó al ámbito de investigación e inferencia del presente trabajo.

Conclusiones

El agregado de taninos condensados de quebracho, seleccionados por su capacidad de asociación reversible con las proteínas, permite mejorar la eficiencia de utilización de las dietas de alto grano (70%). El nivel de 0.75% de la dieta (en base seca) emerge como un valor adecuado en este estudio, no siendo mayor la respuesta con dosis mayores. La presentación del grano (entero) puede haber condicionado la respuesta, pero no existe evidencia en la literatura existente para concluir al respecto, haciéndose necesaria la conducción de estudios que atiendan este aspecto.

Las propiedades fisico-químicas de la carne producida en el ensayo se ubicaron dentro de los rangos comunes a este tipo de animal y sistema de alimentación. El consumo de taninos agregados en las proporciones del presente ensayo no afectó los parámetros físicos y químicos evaluados.

El nivel de grano (o de fibra) afectó la respuesta en aumento de peso y eficiencia de conversión del alimento. El tratamiento con el mayor contenido de grano (70%) alcanzó las mayores tasas de crecimiento, de engrasamiento y de conversión de alimento a masa corporal. Sin embargo el tratamiento con 45% de grano generó aumentos de peso compatibles con un buen nivel de engrasamiento de terminación y más que suficientes para una recría en confinamiento.

Por su parte, el perfil de lípidos generados en el tratamiento con 45% de grano resultó superior en varios parámetros indicadores de calidad nutracéutica, próximos a los citados en la literatura como propios de engordes pastoriles. Ello sugiere que el antecedente de una recria a corral con nivel de fibra larga del 40%, no deterioraría el perfil de composición de la grasa intramuscular logrado en una terminación pastoril. Sin embargo, esta hipótesis necesita ser comprobada experimentalmente en otro estudio diseñado para tal fin.

Cuadro 1. Composición de las dietas

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Ingredientes, %						
Maíz	45	45	45	70	70	70
Expeller girasol	10	10	10	15	15	15
Heno de alfalfa	41.5	40.75	40	11.2	10.45	9.7
Urea	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8
Taninos	0	0.75	1.5	0	0.75	1.5
Núcleo vit/min	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98	2.98
Monensina	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Composición química						
PB, %	14.5	14.4	14.2	14.4	14.3	14.2
FDA, %	22.5	23.1	22.1	12.4	12.2	11.9
DMS, %	68.2	67.9	67.5	75.9	75.4	75
EM, Mcal/kg MS	2.46	2.45	2.44	2.74	2.72	2.71

Cuadro 2. Efecto del agregado de taninos en dieta de corral con distinto nivel de fibra sobre terneras en engorde

	45% Maíz			70% Maíz			EE	P=
	0% tan	0.75% tan	1.5% tan	0% tan	0.75% tan	1.5% tan		
Peso vivo (PV), kg								
Inicial	191	188	187	193	190	192	2.9	0.262
27 días	215 ^a	213 ^a	211 ^a	220 ^b	221 ^b	221 ^b	3.0	0.035
75 días	263 ^{ab}	260 ^{ab}	257 ^a	268 ^{bc}	277 ^c	273 ^c	3.7	0.017
104 días	290 ^a	289 ^a	287 ^a	300 ^b	311 ^b	309 ^b	3.8	0.009
APV, kg/día								
d 0 a 27	0.885 ^a	0.928 ^{ab}	0.893 ^a	0.986 ^b	1.147 ^c	1.080 ^c	0.0300	0.001
d 27 a 75	0.996 ^a	0.978 ^a	0.950 ^a	0.998 ^a	1.163 ^b	1.085 ^{ab}	0.0360	0.025
d 75 a 104	0.939 ^a	1.015 ^a	1.034 ^a	1.107 ^b	1.164 ^{bc}	1.245 ^c	0.0350	0.010
d 0 a 75	0.996 ^a	1.000 ^a	0.968 ^a	1.035 ^a	1.206 ^b	1.129 ^b	0.0280	0.002
d 0 a 104	0.951 ^a	0.975 ^a	0.959 ^a	1.025 ^a	1.159 ^b	1.129 ^b	0.0224	0.002
CMS, kg/día								
d 0 a 27	6.5	6.5	6.2	6.1	6.3	6.1	0.13	0.187
d 27 a 75	7.1	7.4	6.8	6.6	6.8	6.8	0.23	0.274
d 75 a 104	7.8	8.3	8.0	7.3	7.4	8.0	0.27	0.159
d 0 a 104	7.1	7.4	7.0	6.7	6.8	7.0	0.21	0.276
CMSPV, kg/100 kg PV día								
CMSPV1	3.19 ^a	3.26 ^a	3.11 ^a	2.98 ^b	3.07 ^b	2.96 ^b	0.046	0.004
CMSPV2	2.98 ^a	3.14 ^a	2.92 ^a	2.72 ^b	2.72 ^b	2.76 ^b	0.079	0.002
CMSPV3	2.84 ^a	3.02 ^a	2.94 ^a	2.58 ^{bc}	2.49 ^c	2.74 ^b	0.080	0.006
CMSPVt	2.97 ^a	3.12 ^a	2.95 ^a	2.72 ^b	2.72 ^b	2.78 ^b	0.067	0.009
Eficiencia de conversión, CMS/ADPV								
EC1	7.3 ^a	7.1 ^a	6.9 ^a	6.2 ^b	5.5 ^c	5.7 ^c	0.11	0.001
EC2	7.2 ^{ab}	7.6 ^a	7.2 ^{ab}	6.7 ^{bc}	5.8 ^d	6.3 ^c	0.24	0.003
EC3	8.5 ^a	8.2 ^a	7.7 ^a	6.7 ^b	6.3 ^b	6.4 ^{bc}	0.34	0.002
EC t	7.5 ^a	7.6 ^a	7.3 ^a	6.5 ^b	5.9 ^c	6.2 ^{bc}	0.19	0.001

45% Maíz = Dieta con 45% de grano de maíz entero; 70% Maíz = Dieta con 70% de grano de maíz entero; 0% tan = Dieta testigo, sin el agregado de tanino; 0.75% tan = Dieta con 0.75% de tanino de quebracho agregado en polvo (base seca); 1.5% tan = Dieta con 1.5% de tanino de quebracho agregado en polvo; EE = Error standard de posición de medias; P = Probabilidad estadística de efecto de factores; APV = Aumento de peso vivo; d 0 a 27 = día 0 a día 27 del ensayo; d 27 a 75 = día 27 a día 75; d 75 a 104 = día 75 a día 104; d 0 a 75 = día 0 a día 75; d 0 a 104 = día 0 a día 104 del ensayo (duración total) CMS = Consumo diario de materia seca; CMSPV = Consumo de materia seca diario por cada 100 kg de peso vivo; CMSPV1 = CMSPV para el primer período; CMSPV2 = CMSPV para el segundo período; CMSPV3 = CMSPV para el tercer período; CMSPVt = CMSPV para la totalidad del ensayo; EC = Eficiencia de conversión (CMS/APV); EC1 = Eficiencia de conversión en el primer período de medición de peso vivo; EC2 = Eficiencia de conversión en el segundo período de medición de peso vivo; EC3 = Eficiencia de conversión en el tercer período de medición del peso vivo; EC t = Eficiencia de conversión del total del ensayo; a,b,c,d Medias en fila seguidas por letra diferente difieren estadísticamente (P < 0.05)

	70			45			EE
	0	0.75	1.5	0	0.75	1.5	
L*	36.7	38.4	38.2	35.8	36.1	37.5	0.72
a*	12.4	13.0	13.2	13.6	12.8	12.4	0.04
b*	13.3	14.8	14.7	13.9	14.2	12.8	0.03
pH	5.62	5.61	5.61	5.63	5.67	5.64	0.012
CRA	29.6	29.9	30.4	30.4	30.9	29.2	0.21
Merma, %	30.2	30.5	29.6	30.7	31.0	29.9	0.08
WB, lb	6.5	6.5	6.3	6.6	6.2	6.1	0.12
Marmol., %	2.10	1.92	2.08	1.88	2.10	1.83	0.06

Cuadro 3. Efecto del agregado de taninos (0, 0,75 o 1,5%) a dietas de corral de distinto nivel de grano entero (70 y 45%) (1)

(1) No se detectaron efectos interactivos entre factores tanino y nivel de grano ($P > 0.657$) en los parámetros en estudio. Tampoco, se observaron efectos debidos al agregado de taninos ($P > 0.112$) sobre los parámetros físicos evaluados EE = Error estándar para diferencia de medias L*, a*, b* = factores de definición de color; CRA = Capacidad de retención de agua; Merma, % = merma a la cocción; WB = Warner Brazler, cizalla (resistencia al corte); Marmol. = Veteado o marbling (% grasa intramuscular)

	0	0.75	1.25	EE	P Fo>F	Media (2)	d.s.
GI	2.83	3.25	3.33	0.420	0.636	3.12	1.46
AGS	41.9	42.5	42.2	0.709	0.833	42.18	2.46
AGMI	38.0	37.6	36.5	0.842	0.435	37.40	2.92
AGPI	8.8	8.5	9.3	0.845	0.829	8.90	2.93
Om6	6.7	6.6	7.3	0.667	0.782	6.87	2.31
Om3	2.1	1.96	2.03	0.375	0.933	2.02	1.30
CLA	0.36	0.38	0.34	0.030	0.684	0.36	0.11
18:3 n3	0.92	0.96	1.16	0.336	0.865	1.01	1.17
18:2 n6	4.27	4.41	4.75	0.421	0.702	4.47	1.46
AGPI/AGS	0.21	0.20	0.22	0.023	0.804	0.21	0.08
18:2/18:3	6.16	6.93	6.66	0.950	0.841	6.55	3.29
Om6/Om3	3.69	3.89	4.32	0.454	0.596	3.95	1.58

Cuadro 4. Efecto del agregado de taninos (0, 0,75 y 1.5% en base seca) a dietas de vaquillonas en engorde a corral con 45 y70% de grano entero de maíz (1)

(1) No se detectaron efectos interactivos entre el nivel de grano y el de taninos agregados ($P > 0.542$)

para los parámetros evaluados por lo que se reportan las medias para el factor tanino Los niveles de heno incorporados a las dietas fueron de 10 y 40% en base seca

(2) No se detectaron efectos diferenciales debidos al agregado de taninos ($P > 0.636$) para ninguno de los parámetros evaluados.

EE = Error estándar de medias en filas; P Fo>F = Probabilidad de diferencia de medias; GI = Grasa intramuscular (marbling) en ojo de bife al nivel de 11 costilla; AGS = Contenido de ácidos grasos saturados; AGMI = Contenido de ácidos grasos mono-insaturados; AGPI = Contenido de ácidos grasos poli-insaturados; Om6 = Contenido de ácidos grasos del grupo omega 6; Om3 = Contenido de ácidos grasos del grupo omega 3; 18:3 n3 = Acido graso linolénico omega 3; 18:2 n6 = Acido graso linoleico omega 6; CLA = Contenido de ácido graso linoleico conjugado; AGPI/AGS = Relación entre AGPI y AGS; 18:2/18:3 = Relación entre ácidos linoleico y linolénico; Om6/Om3 = Relación entre grupos omega 6 y 3

	70	45	EE	P Fo > F
GI	3.67	2.59	0.367	0.027
AGS	41.36	42.25	0.508	0.320
AGMI	38.70	36.16	0.650	0.009
AGPI	8.69	8.84	0.720	0.880
Om6	6.96	6.79	0.587	0.837
Om3	1.74	2.04	0.180	0.037
CLA	0.30	0.41	0.024	0.003
18:3 n3	0.84	1.00	0.247	0.650
18:2 n6	4.63	4.31	0.358	0.527
AGPI/AGS	0.21	0.21	0.018	0.863
18:2/18:3	8.16	5.27	0.780	0.005
Om6/Om3	4.62	3.48	0.342	0.024

Cuadro 5. Efecto del nivel de grano de maíz en dietas de vaquillonas en engorde a corral (1,2)

(1) No se detectaron efectos interactivos entre el nivel de grano y el agregado de taninos ($P > 0.653$) para los parámetros evaluados

(2) No se detectaron efectos diferenciales debidos al agregado de taninos ($P > 0.636$) para ninguno de los parámetros evaluados.

Las medias se reportan para los niveles de grano 70 = 70% grano + 10% heno + harina girasol + núcleo + urea 45 = 45% grano + 40% heno + harina girasol + núcleo + urea; EE = Error estándar de medias en filas; P Fo > F = Probabilidad de diferencia de medias; GI = Grasa intramuscular (marbling) en ojo de bife al nivel de 11 costilla; AGS = Contenido de ácidos grasos saturados; AGMI = Contenido de ácidos grasos mono-insaturados; AGPI = Contenido de ácidos grasos poli-insaturados; Om6 = Contenido de ácidos grasos del grupo omega 6; Om3 = Contenido de ácidos grasos del grupo omega 3; 18:3 n3 = Acido graso linoléico omega 3; 18:2 n6 = Acido graso linoleico omega 6; CLA = Contenido de ácido graso linoleico conjugado; AGPI/AGS = Relación entre AGPI y AGS; 18:2/18:3 = Relación entre ácidos linoleico y linoléico; Om6/Om3 = Relación entre grupos omega 6 y 3

Bibliografía

AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

Aurousseau, B., D. Bauchart, E. Calichon, D. Micol and A. Priolo. 2003. Effect of grass or concentrate feeding systems and rate of growth on triglyceride and phospholipid and their fatty acids in the *M. longissimus thoracis* of lambs. *Meat Sci.*, 66: 531-541

Baumann, D.E., L.H. Baumgard, B.A. Corl, and J.M. Griinari. 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* 1999 [online publication]

Beermann, D. H., T. F. Robinson, T. M. Byrem, D. E. Hogue, A. W. Bell y C. L. McLaughlin. 1991. Abomasal casein infusion and exogenous somatotropin enhance nitrogen utilization by growing lambs. *J. Nutr.* 121:2020-2028.

Beever, D. E. 1993. Rumen function. In: J. M. Forbes, J. France (Editors). Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. CAB International, Wallingford (UK), pp. 187-215.

Cardoniga C. y L. D. Satter. 1993. Protein versus energy supplementation of high al-

falfa silage diets for early lactation cows. *J. Dairy Sci.* 76:1972-1977.

Enser, M., N.D. Scollan, N.J. Choi, E. Kurt, K. Hallet, J.D. Wood. 1999. Effect of dietary lipid on the content of conjugated linoleic acid (CLA) in beef. *Anim. Sci.* 69: 143-146

Field, C.J. and Schley P.D. 2004. Evidence for potential mechanisms for the effect of conjugated linoleic acid on tumor metabolism and immune function: lessons from n-3 fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79:1190-1198

Fox, F. G., C. J. Sniffen, J. D. O'Connor, J. B. Russell y P. J. Van Soest. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.* 70:3578-3596.

French, P., C. Stanton, F. Lawless, E.G. O'Riordan, F.J. Monahan, P.J. Caffrey and A.P. Moloney. 2000b. Fatty acid composition, including conjugated linolenic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.*, 78: 2849-2855

French, P., E.G. O'Riordan, F.J. Monahan, P.J. Caffrey, M. Vidal, M.T. Mooney, D.J. Troy, A.P. Moloney. 2000a. Meat quality of steers

- finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Sci.*, 56: 173-180
- García**, P.T., N.A. Pensel, C.A. Margaría, O. Rosso and J.J. Casal. 2003. Steer serum fatty acids as indicators of grass or grain based diets. *Fleischwirtschaft International*, 2: 42-43
- Goedeken**, F. K., T. J. Klopfenstein, R. A., Stock, R. A. Britton y M. H. Sindt. 1990. Protein value of feather meal for ruminants as affected by blood additions. *J. Anim. Sci.* 68:2936-2944.
- Goering**, H. K. y P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). In *Agriculture Handbook* nro. 379:1-20.
- Hayek**, M.G., S.N. Han, D. Wu, B.A. Watkins, M. Meydani, J.L. Dorsey, D.E. Smith, S.N. Meydani. 1999. Dietary conjugated linoleic acid influences the immune response of young and old C57BL/6NCrIBR mice. *J. Nutr.*, 129: 32-38
- Hoover**, W. H. y S.R. Stokes. 1993. Balancing carbohydrates and proteins for optimum microbial yield. *J. Dairy Sci.* 74:3630-3644.
- Hu**, F.B., J.E. Manson and W.C. Willett. 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J. Am. Coll. Nutr.*, 20: 5-19
- Ip**, C., J.A. Scimeca and H.J. Thompson. 1994a. Conjugated linoleic acid. A powerful anticarcinogen from animal fat sources. *Cancer*, 74: 1050-1054
- Ip**, C., M. Singh, H.J. Thompson and J.A. Scimeca, . 1994b. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.*, 54: 1212-1215
- Ip**, C., S.P. Briggs, A.D. Haegerle, H.J. Thompson, J. Storkson and J.A. Scimeca. 1996. The efficacy of conjugated linoleic acid in mammary cancer prevention is independent of the level or type of fat in the diet. *Carcinogenesis*, 17:1045-1050
- Kepler**, C.R., K.P. Hirons, J.J. McNeill, and S.B. Tove. 1965. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J. Biol. Chem.*, 241: 1350-1354
- Knaus**, W. F., D. H. Beermann, T. F. Robinson, D. G. Fox y K. D. Finnerty. 1998. Effects of dietary mixture of meat and bone meal, feather meal, blood meal, and fish meal on nitrogen utilization in finishing holstein steers. *J. Anim. Sci.* 76:1481-1487.
- Kugler**, N.M. 1994. Efecto del agregado de taninos de quebracho (*Schinopsis* sp.) sobre la eficiencia digestiva en bovinos alimentados con forraje fresco base alfalfa. Tesis Magister Scientiae. Fac. Ciencias Agrarias – UNMdP - EEA-INTA Balcarce.
- Larick**, D.K. and B.E. Turner. 1989. Influence of finishing diet on the phospholipid composition and fatty acid profile of individual phospholipids in lean muscle of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 67: 2282-2293
- Lee**, J., P. M. Harris, B. R. Sinclair y B. P. Treloar. 1992. The effect of condensed tannin containing diets on whole body amino acid utilization in Romney sheep: Consequences for wool growth. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.* 52:243-245.
- Lorenz**, S., A. Buettner, K. Ender, G. Nürnberg, H.J. Papstein P. Schieberle and K. Nürnberg. 2002. Influence of keeping system on the fatty acid composition in the longissimus muscle of bulls and odorants formed after pressure-cooking. *Eur. Food Res. Technol.*, 214: 112-118
- Mandell**, I.B., J.G. Buchanan-Smith, and C.P. Campbell. 1998. Effects of forage vs. grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J. Anim. Sci.*, 76: 2619-2630
- Martin**, S.A. and T.C. Jenkins. 2002. Factors affecting conjugated linoleic acid and *trans*-C18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. *J. Anim. Sci.*, 80:3347-3352
- Nürnberg**, K., G. Nürnberg, K. Ender, S. Lorenz, K. Winkler, R. Rickert and H. Steinhart. 2002. N-3 fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104: 463-471
- O'Shea**, M., J. Bassaganya-Riera and I.C.M. Mohede. 2004. Immunomodulatory properties of conjugated linoleic acid. *Am. J. Clin. Nutr.*, 79: 1199-1206
- O'Connor**, J. D., C. J. Sniffen, D. G. Fox y W. Chalupa. 1993. A net carbohydrate and

protein system for evaluating cattle diets: IV. Predicting amino acid adequacy. *J. Anim. Sci.* 71:1298-1311.

Pischon, T., S.E. Hankinson, G.S. Hotamisligil, N. Rifai, W.C. Willett and E.B. Rimm. 2003. Habitual dietary intake of n-3 and n-6 fatty acids in relation to inflammatory markers among US men and women. *Circulation*, 108:155-160

Pordomingo, A.J., N.A. Juan y M.P. Azcarate. 2003. Effect of condensed-tannins addition to a corn-sunflower meal based feedlot diet. *J. Anim. Sci.* 81(1):215.

Raes, K., S. De Smet and D. Demeyer. 2004. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lambs, beef and pork meat: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 113: 199-221

Realini, C.E., S.K. Duckett, G.W. Brito, M. Dalla Rizza, D. De Mattos. 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Sci.*, 66: 567

SAS, 1990. SAS User's Guide: Statistics (Versión 6.06). SAS Inst., Inc., Cary, Nc.

Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox y J. B. Russell. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70:3562-3577.

Stock, R., N. Merchen, T. Klopfenstein y M. Poos. 1989. Feeding value of slowly degraded proteins. *J. Anim. Sci.* 53.

Sutton, J. D., K. Aston, D. E. Beaver y M. S. Dhanoa. 1996. Milk production from grass silage diets: Effects of high-protein concentrates for lactating heifers and cows on intake, milk production and milk fractions. *Anim. Sci.* 62:207-215.

Taminga, S. 1996. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. *J. Anim. Sci.* 74:3112-3124.

Tilley, J.M.A. y Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104-118.

Titgemeyer, E. C., N. R. Merchen, y L. L. Berger. 1989. Evaluation of soybean meal,

nonn gluten meal, blood meal and fish meal as sources of nitrogen and amino acids disappearing from the small intestine of steers. *J. Anim. Sci.* 67:262-275.

Visonneau, S., A. Cesano, S.A. Tepper, J.A. Scimeca, D. Santoli, D. Kritchevsky. 1997. Conjugated linoleic acid suppresses the growth of human breast adenocarcinoma cells in SCID mice. *Anticancer Res.*, 17.

Waghorn, G.C., W. T. Jones, I.D. Shelton y W. C. Mac Nabb. 1990. Condensed tannins and nutritive value of herbage. *Proc. N. Z. Grass. Assoc.* 51:171-176.

Wood, J. D. and M. Enser. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British J. Nutr.*, 78: 49

Wood, J.D., R.I. Richardson, G.R. Nute, A.V. Fisher, M.M. Campo, E. Kasapidou, P.R. Sheard, M. Enser. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.*, 66.

Zamorano, J. M. 1996. ¿Qué es y para qué sirve la capacidad de retención de agua de la carne?. *La Industria Cárnica Latinoamericana*, 102:30-36.

Zinn, R. A., L. S. Bull y R. W. Hemken. 1981. Degradation of supplemental proteins in the rumen. *J. Anim. Sci.* 52:857-866.

¹ El presente trabajo se realizó en INTA Anguil con la cooperación con la Asociación Cooperadora de INTA Anguil y, DISCO S.A. a través del Frigorífico Carnes Pampeanas. Este reporte completa el informe parcial de producción del ensayo publicado en 2004.

Los autores desean expresar su mayor agradecimiento a DISCO S.A. y en particular al Sr. Mariano Videla Dorna, quien gentilmente realizara las gestiones pertinentes para hacer posible la faena y toma de muestras. Se agradece también sobremanera la gentileza y excelente disposición del personal del Frigorífico Carnes Pampeanas. Sin ellos hubiera resultado imposible llevar adelante el muestreo individual de los animales faenados.

Se agradece la cooperación con el proyecto a la empresa UNITAN S.A. por el aporte de los taninos utilizados, mereciendo especial mención la gentileza del Dr. Lorenzo, técnico de esa empresa. Agradecemos también los aportes de núcleo vitamínico y mineral de la empresa Biofarma S.A. También hacemos extensivo nuestro sincero agradecimiento a la Asociación Cooperadora de INTA Anguil, la que puso a disposición del proyecto los animales y los alimentos necesarios para la concreción de este trabajo y el total apoyo de sus autoridades para las gestiones de comercialización.

Finalmente, baya nuestro más profundo reconocimiento al personal de nuestro grupo de campo que liderado por Carlos Urquiza, tuvo a su cargo la alimentación diaria y el manejo de los animales durante todo el ensayo. Sin ellos, su dedicación y compromiso serio, nada de esto sería posible.