

# BAGAZO DE CITRUS COMO SUPLEMENTO INVERNAL EN VACAS DE DESCARTE

José Antonio Coppo y Norma Beatriz Mussart de Coppo. 2006. Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Suplementación en general](#)

## RESUMEN

El bagazo de citrus es un suplemento energético con escaso contenido proteico, requiriendo nitrógeno adicional cuando es destinado a la alimentación de ganado en crecimiento. El propósito del estudio fue verificar el efecto de este residuo agroindustrial suministrado en invierno (sin refuerzo nitrogenado), sobre el peso vivo y los parámetros hematológicos y bioquímicos indicadores de estado nutricional y reacciones adversas en ganado cruza cebú, el cual poseería mayor eficiencia metabólica que las razas europeas en la utilización de los nutrientes. Se utilizaron 80 vacas de descarte media sangre cebú x británico mantenidas sobre pastura natural. En dos años consecutivos, 20 animales operaron como controles (C) y otros 20 fueron suplementados (S) con bagazo fresco de citrus ( $15 \pm 3$  kg/animal/día, durante 4 meses), efectuándose pesajes y muestreos sanguíneos a los 0, 30, 60, 90 y 120 días. El consumo del suplemento fue total y no se registraron síntomas sugerentes de efectos secundarios indeseables ni modificaciones de los analitos hematológicos y bioquímicos indicadores de reacciones adversas. Con relación a C, las estadísticas finales (ANOVA de medidas repetidas) indicaron que en S se registraron ( $p < 0,05$ ) mayores ganancias de peso, tanto en el moderado invierno del año 1 (492 versus 304 g/animal/día) como en el riguroso invierno del año 2 (352 g/animal/día versus pérdida de peso). En C, el medio interno acusó el impacto de la menor disponibilidad invernal de alimento, en tanto que en S aumentó (o se atenuó la disminución) de la mayoría de los indicadores de estado nutricional del eritrograma, ionograma, lipidograma, proteinograma y nitrógeno no proteico (urea), efectos que son atribuidos al elevado aporte de energía, minerales y vitaminas de los residuos cítricos, que se revelan eficaces para ser utilizados sin adición nitrogenada como suplemento invernal en ganado adulto cruza cebú en cría extensiva sobre praderas natural.

**Palabras Clave:** bagazo de citrus, suplementación invernal, vaca de descarte cruza cebú, peso vivo, indicadores bioquímicos de estado nutricional, minerales, lípidos, proteínas, urea, glucosa, hemograma.

## INTRODUCCIÓN

Vacas de descarte, refugo o invernada (cull cows) son aquellas que, al final de su ciclo productivo, son engordadas y vendidas para su sacrificio. A finales del otoño, debido al empobrecimiento de las pasturas naturales, resulta necesario reducir la carga animal por hectárea por lo cual estos animales, después de destetar su último ternero, son vendidos bajo la categoría conserva, con bajo precio de mercado. La estrategia para optimizar la ecuación económica consiste en mejorar su alimentación invernal con suplementos, a efectos de obtener una vaca gorda o tipo consumo hacia la entrada de la primavera, cuando el precio del ganado gordo aumenta<sup>13</sup>.

Una de las principales demandas del sector ganadero del nordeste argentino (NEA), donde habitualmente son criados unos 10 millones de bovinos, casi la mitad de ellos en la Provincia de Corrientes, es sistematizar la suplementación energético-proteica con productos regionales de bajo costo, según surge de un estudio efectuado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria<sup>60</sup>.

En el NEA, los pastizales naturales presentan durante la mayor parte del año serias deficiencias energético-proteicas, con niveles de proteína bruta de tan solo 4%, digestibilidad de materia seca (MS) inferior al 50% y energía metabolizable (EM) de hasta 1,8 Mcal/kg de MS; la estacionalidad del recurso forrajero es la principal limitante para el desarrollo ganadero, condicionando la producción de carne a valores tan bajos como 30 kg/ha/año<sup>76</sup>. Además, son habituales las deficiencias de minerales y vitaminas<sup>23, 27, 73</sup>.

Las carencias nutricionales se agravan considerablemente en invierno debido a la disminución de la cantidad y calidad de las pasturas, provocada por las bajas temperaturas<sup>73</sup>. La pérdida de peso provocada por la subnutrición invernal puede ser aminorada suplementando al ganado; nuestro grupo de trabajo viene ensayando desde hace más de 20 años la eficacia nutritiva de núcleos balanceados<sup>22</sup>, minerales inyectables<sup>25</sup> y diversos subproductos agroindustriales como semilla de algodón<sup>24</sup>, residuos de cervecera<sup>30</sup> y bagazo de citrus<sup>34</sup>.

El bagazo, orujo o pulpa de citrus es el subproducto de la industria de los jugos cítricos. Posee alto valor energético como alimento para rumiantes<sup>2, 6, 14, 53, 77</sup>, con un contenido de nutrientes digeribles totales de aproximadamente 80% sobre la base de materia seca<sup>68</sup>. Su costo es bajo, pero su contenido proteico es limitado, siendo necesario aportar nitrógeno a partir de otra fuente cuando se pretende balancear una dieta para la

alimentación de bovinos en crecimiento<sup>1, 65, 83</sup>. En contrapartida, la pulpa de citrus es capaz de activar la fermentación ruminal, revelando elevado poder acidogénico<sup>86, 95</sup>; sus proteínas, carbohidratos y fibra detergente neutro son altamente digestibles<sup>68, 70, 72</sup>. La fibra detergente neutro de la pulpa de citrus proporciona similar cantidad de energía que el almidón del maíz molido y promueve un activo crecimiento de los microorganismos ruminales<sup>5</sup>. Debido a su carácter perecedero y siendo fácilmente contaminable<sup>55, 74, 94</sup>, el bagazo de citrus fresco (húmedo) solo es recomendable para suplementar ganado mantenido en cercanías de las fábricas elaboradoras de jugos<sup>53</sup>, como en el presente estudio.

El ganado media sangre cebú es el más abundante en el NEA; esta rústica craza es considerada más eficiente que otras razas bovinas en el aprovechamiento de los nutrientes<sup>58</sup>. La heterosis del ganado media sangre cebú le conferiría alto grado de resistencia y adaptabilidad a condiciones alimentarias desfavorables, afirmándose que posee mayor eficiencia metabólica que las razas europeas, estando calificado para desarrollarse sobre pasturas escasas de mala calidad<sup>59</sup>. Ello podría indicar que el bagazo de citrus podría ser útil para engordar este tipo de ganado, aún sin adición nitrogenada.

El propósito de esta comunicación fue compendiar resultados que por su larga extensión debieron ser publicados fragmentadamente<sup>36-42</sup>, referidos a los efectos de la suplementación invernal con bagazo fresco de citrus sin adición nitrogenada sobre el peso vivo, palatabilidad e indicadores bioquímicos de estado nutricional (proteínograma, lipidograma, ionograma, eritrograma, glucosa), así como cambios de parámetros sanguíneos sugerentes de efectos secundarios indeseables (leucograma, enzimas, urea) y aparición de signos clínicos anormales, en vacas de descarte media sangre cebú, reputadas de poseer mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes, mantenidas en cría extensiva sobre praderas naturales en una área subtropical caracterizada por la escasa calidad y cantidad de pasturas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en un establecimiento ganadero del Departamento Bella Vista (Corrientes, Argentina), emplazado en las proximidades de una fábrica de jugos cítricos. A lo largo de dos años consecutivos, se utilizaron en total 80 vacas de descarte "medio diente" (cruza Cebú x Británico, sin preñez ni cría al pie), clínicamente sanas, de alrededor de 400 kg de peso vivo, identificadas con caravanas y mantenidas en parcelas con homogénea cantidad y calidad de pastura natural. En la primera experiencia, 20 vacas fueron suplementadas durante 4 meses (otoño-invierno) con bagazo fresco de citrus a razón de  $15 \pm 3$  kg/animal/día (grupo suplementado, S), mientras que las 20 restantes no recibieron suplementación (grupo control, C). El mismo procedimiento se llevó a cabo al año siguiente, con otros animales de similares características.

En sendos años, los estudios comenzaron al final del otoño (mes de junio); el invierno del primer año fue atemperado, pero en el segundo fue muy frío. Ambos grupos de animales permanecieron sobre pastura natural, con una carga media de 0,6 animal/ha, en un sistema de pastoreo continuo donde las especies predominantes fueron *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, *Desmodium* sp, *Trifolium* sp, *Andropogon lateralis*, *Sorghastrum agrostoides*, *Schizachirium spicatum*, *Aristida* sp., *Vicia* sp., *Acacia coven*, *Celtis spinosa* y *Geofroea decorticans*. Las pasturas nativas registraron 90 un promedio de 2.200 kg/MS/ha durante el primer año y 1.800 kg/MS/ha en el segundo, con 48% de digestibilidad in vitro de MS y niveles de proteína cruda que oscilaron entre 4 y 6%, así como 1,7 a 1,8 Mcal/kg MS de energía metabolizable. La cantidad diaria de pasto consumido 18 fue -en promedio- de 11 kg MS/animal durante el primer año y 9 kg MS/animal durante el segundo año.

El bagazo suministrado provenía de frutas como naranja (60%), toronja (20%), mandarina (10%) y limón (10%) y contenía 7,6% de proteína cruda, 17,7% de fibra cruda, 4,5% de extracto etéreo, 65,7% de extracto no nitrogenado y 4,5% de cenizas (0,17% de fósforo, 0,54% de calcio, 0,03% de sodio, 0,50% de potasio, 725 mg/kg de magnesio, 15 mg/kg de manganeso, 78 mg/kg de cinc, 83 mg/kg de hierro y 15 mg/kg de cobre), con 3,62 Mcal/kg MS (15,5% de energía bruta). Los residuos cítricos fueron transportados a diario desde la fábrica, por lo cual no fueron necesarias maniobras de ensilaje ni conservación.

El estado clínico de los animales, así como el consumo de suplemento, fue controlado diariamente. Ambos grupos fueron sometidos a pesajes (tras una noche de encierro, en ayunas) y extracciones de sangre por venopunción yugular a los 0, 30, 60, 90 y 120 días, efectuadas en horario matutino uniforme (7-8 am). Una alícuota de sangre fue tratada con anticoagulante (EDTA) y con la otra se obtuvo suero. En ambos casos, las muestras fueron preservadas a 4°C hasta ser analizadas.

En un espectrofotómetro Gilford-Beckman UV-visible, se efectuaron las determinaciones de proteínas totales (técnica del biuret, lecturas a 540 nm), urea (ureasa, 546 nm), glucosa (oxidasa-peroxidasa, 505 nm), magnesio (calmagita, 520 nm), calcio (cresolftaleincomplexona, 578 nm), fósforo inorgánico (fosfomolibdato, 620 nm), hierro (piridil-bisfenil-triazin-sulfonato, 560 nm), cobre (batocuproína, 436 nm), colesterol total (colesterol-oxidasa, 505 nm), triglicéridos (lipasa-peroxidasa, 546 nm) y colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad, C-HDL y C-LDL (por precipitación selectiva de la lipoproteína y determinación enzimática de colesterol por el método previamente descrito), utilizando reactivos Wiener, Boehringer, Randox y GT-Lab.

También se valoraron las actividades séricas de aspartatoaminotransferasa AST (técnica del oxoglutarato, 334 nm) y gammaglutamiltransferasa GGT (cinética con nitroanilida, 405 nm), con reactivos Wiener. Sodio y potasio fueron medidos en un fotómetro de llama Metrolab 505 (reactivos Biopur).

Las fracciones proteicas (albúminas y globulinas) y las lipoproteínas (alfa y beta) fueron separadas por electroforesis en soportes de acetato de celulosa (Bio-Systems) y gel de agarosa (Sigma) respectivamente, en aparato Chemar CHF-I-3, utilizando buffer de veronal sódico (Merck) y coloración amidoschwartz (proteínas) y Fat Red 7B (lipoproteínas)(Biopur), valorándose ulteriormente por densitometría en un aparato automatizado Citocon 440 provisto de impresora. La relación albúmina / globulinas se obtuvo mediante cálculo convencional.

La concentración de leucocitos y eritrocitos, así como las determinaciones de volumen corpuscular medio (VCM), hematocrito, hemoglobina, hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), se llevaron a cabo por método electrónico en un analizador hematológico Sequoia-Turner Cell-Dyn 500 automatizado. La fórmula leucocitaria fue obtenida por microscopía a partir de frotis coloreados según Giemsa (Biopur).

Bajo un diseño completamente aleatorizado <sup>43</sup>, la condición de homogeneidad inicial fue corroborada por superposición de intervalos de confianza (IC±95%) y la normalidad distributiva fue verificada por la prueba de Wilk-Shapiro (WS). Las estadísticas deivas paramétricas incluyeron indicadores de tendencia central (media aritmética,  $\bar{x}$ ) y dispersión (desvío estándar, SD). El análisis de la variancia para medidas repetidas (ANOVA), incluyó la significación de los efectos tratamiento (suplementación) y tiempo (lapso de ensayo), así como la interacción entre ambos. Con el objeto de determinar el momento en que las diferencias entre C y S comenzaron a ser significativas, la comparación de medias post-ANOVA se realizó mediante contrastes ortogonales. Las correlaciones fueron obtenidas mediante la prueba de Pearson. Los cálculos se realizaron con la ayuda del software Statistica 1999. Para todas las inferencias fue fijado un nivel de riesgo alfa del 5%, por debajo del cual se rechazó la hipótesis nula de igualdad <sup>91</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ambos lotes, los valores iniciales coincidieron con el intervalo de referencia para esta craza, edad de los animales y área geográfica <sup>35</sup>. Las interferencias atribuibles al ritmo circadiano y al efecto post-prandial fueron excluidas del diseño experimental porque las muestras se tomaron en horario matutino uniforme y con animales en ayunas <sup>43</sup>. La superposición de IC±95% de C y S verificada en el día 0 indicó que los animales de ambos lotes eran homogéneos en sus pesos y valores bioquímicos, perteneciendo a una misma población estadística <sup>91</sup>. Todos los parámetros revelaron distribución gaussiana de sus valores (WS), circunstancia que habilitó el uso de estadísticas paramétricas <sup>43</sup>. El ANOVA de medidas repetidas no detectó interacciones entre los efectos tratamiento y tiempo. El consumo de suplemento fue total y los exámenes clínicos no revelaron signos de anormalidad en ningún lote.

### Eritrograma

Tabla 1. Valores del eritrograma obtenidos en lotes control (C) y suplementado (S). Parámetro lote año 1 año 2

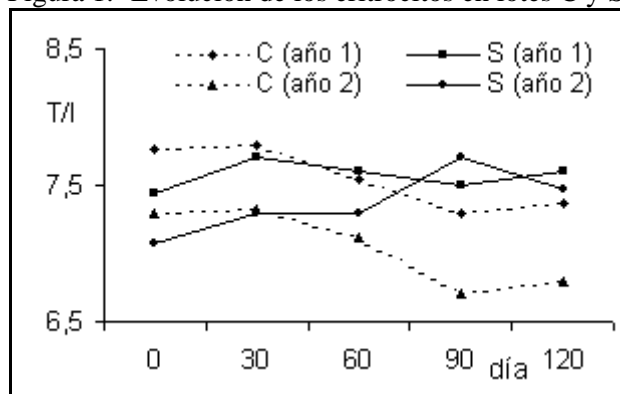
parámetro	lote	año 1		año 2	
		inicial (n= 20)	final (n= 20)	inicial (n= 20)	final (n= 20)
eritrocitos (T/l)	C	7,76 ± 0,49	7,37 ± 0,64	7,29 ± 0,51	6,80 ± 0,62
	S	7,44 ± 0,51	7,61 ± 0,48	7,08 ± 0,39	7,47 ± 0,83
hematocrito (%)	C	36,6 ± 2,4	35,2 ± 3,3	32,3 ± 2,6	32,0 ± 3,4
	S	35,7 ± 2,2	36,7 ± 2,5	31,8 ± 3,1	36,5 ± 4,0
VCM (fl)	C	47,0 ± 1,6	47,7 ± 1,5	45,1 ± 1,7	45,3 ± 1,9
	S	47,9 ± 1,8	47,8 ± 2,1	46,4 ± 1,8	47,2 ± 2,8
hemoglobina (g/dl)	C	12,9 ± 0,9	13,0 ± 1,1	12,1 ± 0,8	11,0 ± 0,9
	S	12,9 ± 0,7	13,5 ± 0,7	11,7 ± 0,9	13,8 ± 1,2
HCM (pg)	C	16,7 ± 0,9	17,5 ± 0,7	16,5 ± 1,1	15,6 ± 0,8
	S	17,4 ± 0,8	17,3 ± 0,8	17,9 ± 0,9	16,7 ± 0,7
CHCM (%)	C	35,4 ± 1,2	36,7 ± 1,5	37,2 ± 1,3	36,6 ± 0,9
	S	36,0 ± 1,3	36,4 ± 1,0	37,4 ± 1,2	36,0 ± 1,4

En la Tabla 1 se consignan los estadígrafos de tendencia central y dispersión registrados para cada uno de los parámetros del eritrograma de los lotes suplementados y controles, para ambos años de estudio. Se advierte que en sendos años de ensayo, los eritrocitos disminuyeron en C y aumentaron en S. La Figura 1 detalla los valores obtenidos en cada fecha de muestreo. Durante el año 1 las diferencias no fueron significativas, pero en el año 2

resultaron significativos los efectos tratamiento ( $p = 0,05$ ) y tiempo ( $p = 0,007$ ). Los contrastes ortogonales revelaron que S y C fueron estadísticamente distintos a partir de los 90 días de iniciado el primer ensayo y a los 60 días de comenzado el segundo.

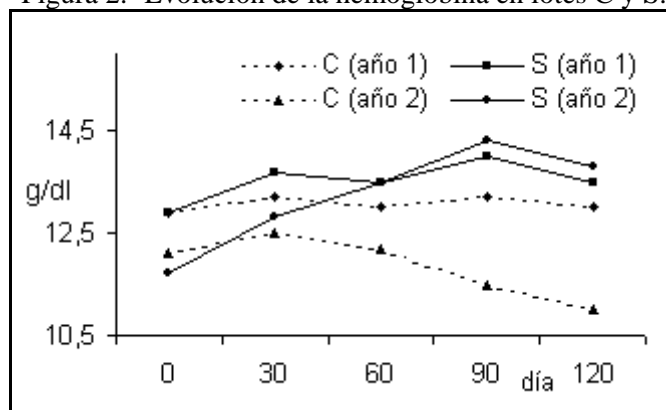
El hematocrito mostró variaciones no significativas durante el año 1 (ligeras disminuciones en C y aumentos en S); en el año 2 hubo significación estadística para el efecto tratamiento ( $S > C$ ,  $p = 0,04$ ), iniciándose las diferencias a los 90 días de comenzar la suplementación. La disminución de la concentración de glóbulos rojos y consecuente declinación del hematocrito en C deberían atribuirse al déficit energético-proteico causado por el empobrecimiento invernal de las pasturas<sup>4, 73, 76</sup>. La pulpa de citrus, rica en energía, vitaminas y minerales<sup>16, 62</sup>, habría contrarrestado tales efectos.

Figura 1.- Evolución de los eritrocitos en lotes C y S.



La hemoglobina (Figura 2) aumentó en sendos años en las vacas suplementadas, pero en las vacas controles se elevó ligeramente durante el primer año y declinó a lo largo del segundo. Solamente en el segundo año las diferencias fueron estadísticamente significativas (efecto tratamiento  $p = 0,05$  y efecto tiempo  $p = 0,0001$ ). El día 60 marcó el inicio de la diferenciación estadística entre las medias de C y S. Las diferencias registradas en los índices hematimétricos no alcanzaron significación estadística en ningún lote. El VCM registró una leve tendencia al aumento en vacas controles (ambos años) y suplementadas (año 2), decayendo ligeramente durante el año 1 en el grupo S. Las variaciones de HCM y CHCM fueron escasas e irregulares. Para las variaciones del pigmento respiratorio caben similares consideraciones que las efectuadas para los analitos de la serie roja<sup>16, 35, 73</sup>, a la sazón eficaces indicadores del estado nutricional del bovino<sup>47, 56</sup>.

Figura 2.- Evolución de la hemoglobina en lotes C y S.



Los eritrocitos maduros constituyen la porción circulante del eritrón, término que define la unidad especializada para el transporte sanguíneo de  $O_2$ . El eritrón puede ser considerado como un órgano (el más grande de la economía), susceptible de sufrir hipertrofia (policitemia) o atrofia (anemia)<sup>15</sup>. Modernamente, la anemia se concibe como el déficit en la capacidad transportadora de  $O_2$  por el eritrón circulante, una de cuyas causas puede ser la deficiencia de elementos necesarios para la síntesis de hemoglobina y para la proliferación de la porción fija del eritrón (tejido hemopoyético)<sup>87</sup>. La desnutrición proteico-calórica produce anemia normocítica normocrómica, con declinaciones de hemoglobina hasta del 50% de su valor normal, anisocitosis, poiquilocitosis, reticulocitopenia y –en algunos casos– disminución de eritropoyetina. Usualmente esta desnutrición es acompañada por deficiencias de hierro, cobre, vitaminas B12, E, folato y riboflavina<sup>35, 81</sup>.

Resulta evidente que el orujo de citrus ejerció un efecto benéfico sobre el eritrograma, seguramente por aportar elementos necesarios para la eritropoyesis<sup>9, 61, 64</sup>. Se afirma que los valores del eritrograma disminuyen durante las

restricciones alimentarias <sup>82</sup> y se elevan al mejorar la nutrición del bovino <sup>93</sup>. Los residuos cítricos, si bien no poseerían elevados niveles de cobre, serían ricos en hierro <sup>72</sup>. Además de suministrar las ya citadas cantidades de hierro (83 mg/kg), cobre (15 mg/kg) y manganeso (15 mg/kg), este bagazo agroindustrial aportaría otras sustancias fundamentales para la síntesis de eritrocitos, como cobalto (0,14 mg/kg), niacina (22 mg/kg) y riboflavina (2,3 mg/kg) <sup>62</sup>.

El bagazo de citrus utilizado no habría vehiculizado sustancias capaces de alterar la eritropoyesis, tal como sucede con otros suplementos regionales; en una experiencia anterior, nuestro grupo de trabajo verificó que el exceso de gopisol contenido en semillas de algodón habría sido capaz de bloquear la absorción intestinal de hierro, causando disminuciones de hematocrito y hemoglobina en bovinos suplementados <sup>29</sup>. Por el contrario, el residuo de frutas cítricas reveló ser capaz de amortiguar las declinaciones invernales del eritrón circulante <sup>15</sup>.

### Indicadores de efectos secundarios

La Tabla 2 exhibe los valores de los parámetros sugerentes de efectos indeseables. En la fórmula leucocitaria no se consignan los muy escasos basófilos detectados, por tratarse de una variable cuantitativa discreta (casi dicotómica), cuya distribución binomial hubiera requerido el uso de estadísticas no paramétricas <sup>91</sup>.

Las enzimas estudiadas no registraron cambios significativos por efecto del tiempo ni del tratamiento. Ello descartaría la presencia de daños tisulares hepáticos, musculares, renales, pancreáticos, esplénicos y pulmonares, donde AST es abundante <sup>78</sup>. En efecto, esta enzima se eleva en las necrosis hepáticas (especialmente las causadas por intoxicaciones) <sup>21</sup> y en las lesiones musculares cardíacas y esqueléticas (como la enfermedad del músculo blanco, en las carencias de selenio y vitamina E) <sup>20, 54</sup>. Por su parte, la invariabilidad de GGT invalidaría la existencia de intoxicaciones <sup>78</sup> en las vacas suplementadas con residuos cítricos, así como de colestasis, especialmente post-hepática (obstrucción de vías biliares, enlentecimiento del flujo linfático) <sup>20</sup>, degeneración grasa del hígado y colelitiasis <sup>54</sup>.

Tabla 2. Indicadores de efectos indeseables en lotes control (C) y suplementado (S).

parámetro	lote	año 1		año 2	
		inicial (n= 20)	final (n= 20)	inicial (n= 20)	final (n= 20)
AST (UI/l)	C	37,2 ± 6,3	37,7 ± 9,2	36,2 ± 4,9	37,6 ± 6,6
	S	33,8 ± 5,5	35,9 ± 4,2	35,1 ± 3,2	39,4 ± 4,9
GGT (UI/l)	C	18,8 ± 4,9	21,2 ± 6,3	17,2 ± 3,5	20,8 ± 4,3
	S	15,7 ± 5,2	19,8 ± 6,0	19,6 ± 4,1	17,4 ± 5,6
urea (g/l)	C	0,33 ± 0,04	0,24 ± 0,05	0,31 ± 0,04	0,26 ± 0,07
	S	0,34 ± 0,04	0,30 ± 0,08	0,32 ± 0,06	0,30 ± 0,05
leucocitos tot. (G/l)	C	8,53 ± 1,28	11,73 ± 1,85	9,11 ± 1,22	12,42 ± 2,15
	S	8,35 ± 1,18	12,19 ± 2,31	9,90 ± 1,36	11,66 ± 2,02
neutrófilos (G/l)	C	2,75 ± 0,42	4,08 ± 0,53	2,82 ± 0,45	3,97 ± 0,51
	S	2,49 ± 0,38	4,07 ± 0,55	3,17 ± 0,49	4,08 ± 0,57
linfocitos (G/l)	C	4,79 ± 0,59	6,02 ± 0,81	5,22 ± 0,66	6,79 ± 0,89
	S	4,87 ± 0,63	6,53 ± 0,85	5,50 ± 0,71	5,98 ± 0,77
monocitos (G/l)	C	0,37 ± 0,06	0,60 ± 0,09	0,44 ± 0,06	0,64 ± 0,11
	S	0,31 ± 0,04	0,47 ± 0,07	0,51 ± 0,09	0,55 ± 0,08
eosinófilos (G/l)	C	0,62 ± 0,09	1,03 ± 0,13	0,63 ± 0,08	1,02 ± 0,11
	S	0,68 ± 0,08	1,12 ± 0,15	0,72 ± 0,09	1,05 ± 0,13

La urea declinó progresivamente en C y S a medida que el invierno avanzó, más pronunciadamente en C (ausencia de suplemento) que en S (aporte nitrogenado del bagazo de citrus). Los efectos tratamiento y tiempo fueron significativos en los dos años de ensayos. Las diferencias entre C y S comenzaron a ser significativas a partir de los días 60 (año 1) y 30 (año 2). Si bien la disminución de urea podría estar indicando una insuficiencia hepática <sup>21, 54</sup>, la ausencia de modificaciones enzimáticas revelaría que en realidad tal cambio debería atribuirse al menor aporte nitrogenado <sup>35, 54, 63</sup> propio de la temporada invernal <sup>4, 72, 73</sup>. Aumentos importantes de urea habrían indicado bloqueos renales o toxemias, como está descrito <sup>20, 35, 54, 78</sup>. El nivel plasmático de urea refleja

certeramente el contenido nitrogenado de la ingesta<sup>35, 50</sup>, por lo que volveremos a discutir este aspecto cuando se traten los cambios del proteinograma.

Las disminuciones de gamma globulinas pueden indicar depresión del sistema inmune, dado que en ellas reside primordialmente la función de defensa por anticuerpos circulantes<sup>35, 64</sup>. En el presente estudio, dicha fracción electroforética se elevó en C y S (Tabla 5), en ambos años de ensayo. El Anova de medidas repetidas declaró significativos a los efectos tratamiento y tiempo. Los contrastes ortogonales detectaron que el inicio significativo de la diferenciación ocurrió hacia el día 60, en ambos casos. Si bien las gamma globulinas aumentan en casos de inflamaciones crónicas<sup>54, 78</sup> y trastornos hepáticos como cirrosis<sup>20, 35</sup>, ello no habría ocurrido en nuestro caso dada la inmutabilidad de las enzimas y los escasos cambios leucocitarios. Quizás tales aumentos respondan al ritmo circanual que condiciona la elevación de las defensas en invierno<sup>35</sup>.

Los recuentos totales y diferenciales de leucocitos para ambos años de ensayos, revelaron que si bien no hubo significación estadística para el efecto tratamiento, el efecto tiempo fue altamente significativo ( $p < 0,001$ ) en casi todos los casos. Las diferencias registradas entre el inicio y el final de las experiencias se ejemplifican con la evolución de la fórmula leucocitaria relativa en el primer año, para el lote suplementado (Figuras 3 y 4).

Figura 3. Leucograma inicial (lote S, año 1).

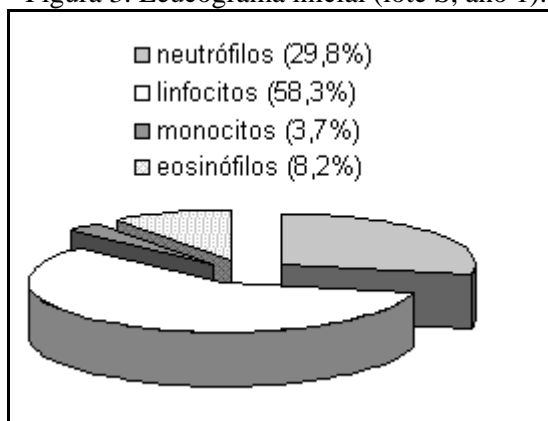
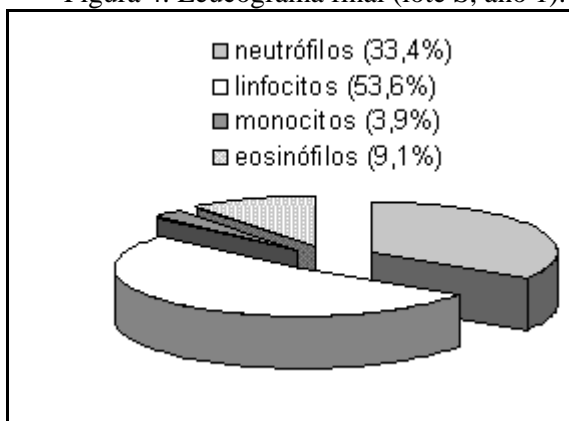


Figura 4. Leucograma final (lote S, año 1).



Estos resultados (C no distinto de S) alejan las posibilidades de que hayan existido las entidades señaladas por leucocitosis, usualmente acompañadas de neutrofilia (como intoxicaciones, trastornos metabólicos, inflamaciones agudas, destrucción de tejidos y estrés); leucopenia / neutropenia (desnutrición, toxemias, anafilaxias); linfocitosis (intoxicaciones, inflamaciones crónicas); linfopenia (colestasis, obstrucciones urinarias, estrés); monocitosis (inflamaciones crónicas, estrés); eosinofilia (hipersensibilidad a los alimentos, intoxicaciones); eosinopenia (estrés) y basofilia (hiperlipemias, hiperlipoproteinemias)<sup>20, 54, 64</sup>. El ritmo nictameral provoca que durante el día estén más bajos los niveles de linfocitos y más elevados los de leucocitos totales y neutrófilos; tal vez en los animales bajo ensayo hayan ocurrido cambios semejantes a los que acontecen en seres humanos, donde el ritmo circanual condiciona que los glóbulos blancos adquieran máximas concentraciones en otoño<sup>35</sup>.

El bagazo de citrus no estaría exento de causar efectos secundarios indeseables. Provocaría la eliminación de heces fecales semilíquidas, sin llegar a configurar diarreas serias<sup>75</sup>. Otros investigadores coinciden en asignarle acciones laxantes a este suplemento<sup>8, 11</sup>, que administrado al 50% en la mezcla de alimentos sería capaz de provocar diarreas<sup>72</sup>. En algunos ensayos efectuados en bovinos sobre pasturas enriquecidas con nitrógeno, si bien aumentó la digestibilidad de la materia orgánica, redujo la degradabilidad de la fibra (tanto ácida como neutra)<sup>17</sup>. En borregos disminuyó el consumo de alimento y la digestibilidad de la ración<sup>12</sup>.

Los residuos cítricos (especialmente de limón) serían escasamente apetecibles por el vacuno; en el mismo sentido, el gusto amargo de la melaza de citrus la convierte en poco palatable para el ganado<sup>72</sup>. Si bien no se alterarían las características de la carne ni la firmeza o el color de la grasa<sup>8, 11</sup>, el bagazo de citrus podría otorgar a la leche el sabor (esencia) de la fruta de la cual proviene<sup>11</sup>. A pesar que la forma desecada es más higiénica y segura, al igual que la fresca puede contaminarse. Varios reportes informan sobre el hallazgo de aflatoxinas<sup>94</sup> y residuos de pesticidas en la pulpa de citrus<sup>74</sup>. Los pellets cítricos pueden contaminarse con la micotoxina citrinina, la cual es capaz de provocar en el ganado un síndrome que incluye prurito, fiebre y hemorragias. En un lote de vacas los síntomas aparecieron a los tres días de iniciada la suplementación y se prolongaron hasta seis días después de ser interrumpida. Los animales de mayor edad fueron más susceptibles. Terneros nacidos de vacas que consumieron dichos pellets revelaron prognatismo superior como secuela congénita<sup>55</sup>.

Los subproductos de la industria cítrica no son recomendables para cerdos ni aves, donde a tasas tan bajas como el 5% en la ración, reducirían su digestibilidad y valor nutritivo<sup>72</sup>. Residuos cítricos provocaron mortalidad de hasta el 97% en aves suplementadas, tasas que guardaron relación directamente proporcional a las cantidades administradas. Además de disminuir el peso y retrasar el crecimiento, la acción tóxica se manifestó en las



necropsias, donde se constataron edemas subcutáneos, ascitis y hepatomegalia <sup>69</sup>. En otras experiencias con pollos, se verificó emaciación, hiperplasia de la médula ósea y atrofia esplénica <sup>57</sup>. En borregos, la pulpa de citrus provocó paraqueratosis ruminal, con calcificación de las células epiteliales de la pared del herbario, principal vía de absorción de los ácidos grasos volátiles <sup>67</sup>. En terneros, la sustitución de maíz por residuos cítricos, si bien no afectó la ganancia de peso, generó como efecto secundario indeseable trastornos en las papilas ruminales <sup>86</sup>. El forraje verde en abundancia evitaría que la pulpa deshidratada de naranja provoque paraqueratosis ruminal <sup>82</sup>. Ninguno de los síntomas clínicos mencionados fue constatado en el presente estudio, donde la palatabilidad fue aceptable y la oferta diaria de suplemento fue consumida en su totalidad.

**Ionograma**

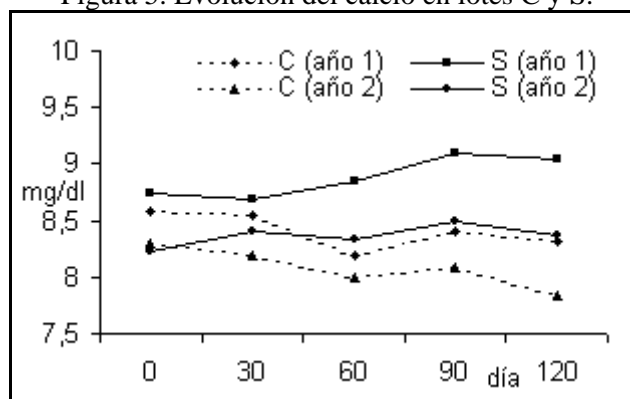
Tabla 3. Valores del ionograma obtenidos en lotes control (C) y suplementado (S). parámetro lote año 1 año 2

parámetro	lote	año 1		año 2	
		inicial (n= 20)	final (n= 20)	inicial (n= 20)	final (n= 20)
magnesio (mg/dl)	C	2,23 ± 0,16	2,20 ± 0,12	2,06 ± 0,14	1,96 ± 0,09
	S	2,21 ± 0,18	2,30 ± 0,19	1,89 ± 0,08	2,05 ± 0,11
calcio (mg/dl)	C	8,59 ± 0,50	8,35 ± 0,46	8,30 ± 0,54	7,83 ± 0,42
	S	8,74 ± 0,58	9,04 ± 0,59	8,22 ± 0,49	8,36 ± 0,51
fósforo inor. (mg/dl)	C	5,34 ± 0,98	5,04 ± 0,87	4,95 ± 0,86	4,33 ± 0,78
	S	5,23 ± 0,91	5,58 ± 0,96	5,03 ± 0,91	4,98 ± 0,84
sodio (meq/l)	C	147,9 ± 5,8	144,4 ± 4,3	140,8 ± 4,5	139,5 ± 3,9
	S	144,9 ± 6,5	148,4 ± 3,9	143,9 ± 4,8	147,0 ± 5,2
potasio (meq/l)	C	4,35 ± 0,5	5,02 ± 0,3	4,38 ± 0,5	3,89 ± 0,3
	S	4,24 ± 0,4	4,88 ± 0,3	4,35 ± 0,4	3,97 ± 0,2
hierro (ug/dl)	C	134,2 ± 13,6	133,8 ± 21,0	141,9 ± 19,4	142,0 ± 21,7
	S	129,5 ± 19,4	143,3 ± 15,4	137,5 ± 17,2	143,6 ± 22,6
cobre (ug/dl)	C	77,4 ± 24,2	74,6 ± 29,2	68,1 ± 23,4	59,6 ± 20,7
	S	75,4 ± 26,0	118,1 ± 27,8	74,5 ± 19,5	99,6 ± 25,0

La Tabla 3 muestra las concentraciones iniciales y finales de los electrolitos séricos estudiados. En ambos años, el magnesio decreció ligeramente en C y aumentó en S, aunque los efectos tratamiento y tiempo no revelaron significación estadística. Las declinaciones en C deberían ser atribuidas al déficit nutricional invernal <sup>4, 73, 76</sup>, en tanto que los aumentos en S deberían imputarse al suplemento administrado. En ganado lechero del NEA, otros investigadores también verificaron disminuciones de magnesio durante la restricción alimentaria invernal <sup>84</sup>. El nivel sérico de magnesio es un eficaz indicador del ingreso dietario de dicho catión <sup>20, 35, 63</sup>, al igual que sus concentraciones en orina y líquidos cefalorraquídeo y ocular <sup>44</sup>.

Pasturas del NEA fueron halladas deficitarias en sodio (57% de las muestras analizadas), cobre (37%), fósforo (33%), calcio (19%), potasio (8%), hierro (4%) y otros iones <sup>73</sup>. Las carencias de minerales como fósforo, sodio y cobre son bien conocidas en el ganado de la zona <sup>23, 27</sup>.

Figura 5. Evolución del calcio en lotes C y S.



El calcio (Figura 5) exhibió cambios similares a los del magnesio, pero las diferencias fueron estadísticamente significativas para los efectos tratamiento y tiempo. Los contrastes ortogonales revelaron que las diferencias entre C y S comenzaron a ser significativas a partir del día 60. Los aumentos en S deberían relacionarse con el alto contenido de calcio propio de los residuos cítricos<sup>72</sup> y las disminuciones en C a la estación invernal<sup>73</sup>. En el NEA, la calcemia del ganado tiende a declinar en invierno, en coincidencia con el empobrecimiento de las pasturas<sup>84</sup>. Las disminuciones de calcio sérico ocurren tanto por deficiencias dietarias<sup>54, 64</sup> como por fallas en los mecanismos de regulación homeostática<sup>44, 63</sup>. Este electrolito declina su concentración sérica cuando el ganado sufre desnutrición, tal como fue comprobado años atrás durante las inundaciones de los campos del nordeste argentino<sup>32, 33</sup>.

Los cambios del fósforo inorgánico (efectos tratamiento y tiempo) fueron significativos durante el segundo año. El ión disminuyó en C y S, seguramente por razones estacionales, en coincidencia con la rigurosidad del invierno del año 2. Por otro lado, durante el moderado invierno del año 1, este electrolito aumentó ligeramente en las vacas suplementadas, pese a que el contenido de fosfato de los residuos cítricos sería escaso<sup>72</sup>. Se afirma que los bajos valores plasmáticos de fósforo inorgánico indican deficiencia dietaria, pero los valores normales no necesariamente reflejan que el ingreso alimentario es apropiado, debido al mecanismo homeostático de resorción ósea<sup>44</sup>.

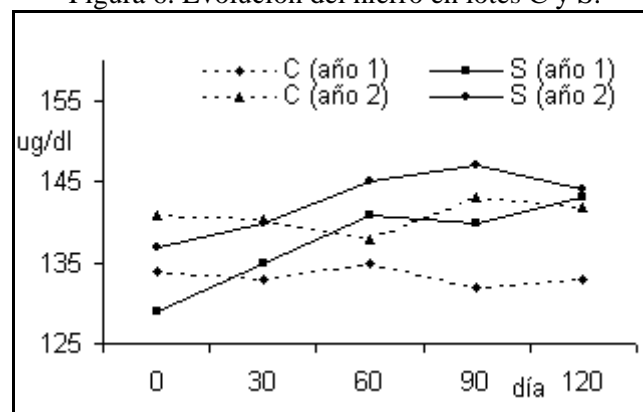
En el ganado del NEA, las más bajas fosfatemias se registran en invierno, en coincidencia con la declinación estacional de las pasturas<sup>84</sup>. La carencia mineral más importante que padecen los bovinos de la zona es la de fósforo<sup>23, 27</sup>. Tal deficiencia conspira contra la producción animal al disminuir la velocidad de crecimiento (ganancia de peso), razón por la cual los animales eran anteriormente suplementados con harina de huesos (60 g/animal/día)<sup>73</sup>, estando hoy remplazada por núcleos minerales acorde a disposiciones sanitarias. La administración de ortofosfato de calcio a bovinos en crecimiento (3 g/animal/día, durante 1 año) produjo ganancias de peso vivo 32% superiores a las de animales controles sin suplementación<sup>89</sup>.

Las variaciones de sodio no fueron significativas para los efectos tratamiento y tiempo de ambos años de estudio. La hiponatremia no guardaría relación con la disminución de sodio en las pasturas; al igual que en el caso del potasio, la carencia de sodio debería investigarse en la saliva de los animales, en lugar del suero<sup>44</sup>. Dada la escasez de sodio en las pasturas del NEA, el ganado en cría extensiva usualmente se suplementa con sal (NaCl: 20-40 g/día) para evitar pérdidas de peso y alteraciones reproductivas<sup>23, 73</sup>.

En ambos grupos, el potasio aumentó durante el primer año y decreció durante el segundo (invierno más severo). Las deficiencias de potasio en rumiantes de la zona no son tan frecuentes como las registradas en el hemisferio norte<sup>64</sup>, porque el catión es abundante en nuestras pasturas<sup>35</sup>. Además, el incremento dietario de potasio no elevaría la kalemia, debido al potente control de retroalimentación al que está sujeto<sup>44, 64</sup>. El exceso de potasio en la alimentación de las vacas puede causar hipomagnesemia y disminución del contenido de calcio de la leche<sup>84</sup>.

El bagazo de citrus posee alto contenido en hierro<sup>72</sup>, lo que justificaría el aumento de la ferremia en S (Figura 6), donde los efectos tratamiento y tiempo fueron significativos en ambos ensayos. Las diferencias entre lotes comenzaron a ser significativas a partir del día 60. No es sorprendente que durante el invierno se hayan mantenido invariables las ferremias en C, puesto que el catión es abundante en los suelos del NEA<sup>25</sup>, a punto tal que son muy raras las deficiencias de hierro en rumiantes de la región<sup>23</sup>. La ferremia varía en forma directamente proporcional al contenido del catión en la ingesta<sup>35, 64</sup>. En la mesopotamia argentina, las concentraciones sanguíneas de hierro en vacas y vaquillas disminuyen debido a la reducción invernal de los nutrientes de las pasturas, alcanzando sus más bajos valores en primavera<sup>45</sup>.

Figura 6. Evolución del hierro en lotes C y S.

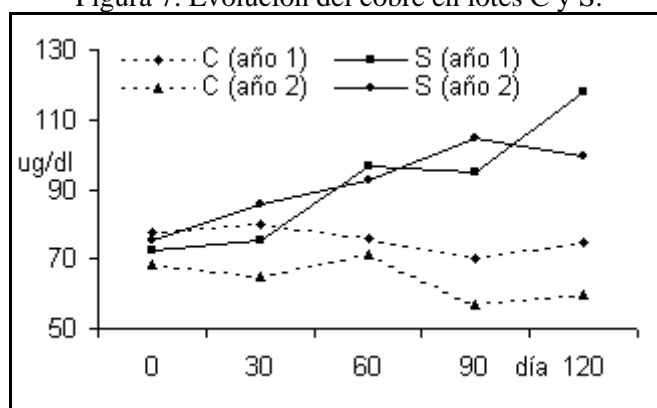


En ambos años de estudio, el cobre sérico disminuyó en C (bache nutricional invernal) y aumentó en S (Figura 7), probablemente por el aporte del mineral efectuado por el bagazo de citrus, pese a que su contenido cúprico es



bajo en opinión de algunos autores<sup>72</sup>. El ANOVA de medidas repetidas encontró significación estadística para los efectos tratamiento y tiempo, en tanto que el test de comparación de medias reveló que las diferencias entre C y S comenzaron hacia el día 60 (primer año) y 90 (segundo año).

Figura 7. Evolución del cobre en lotes C y S.



La cupremia es útil para indicar el contenido de este elemento vestigial en el alimento<sup>35, 44, 64</sup>. Aunque hay otros métodos para detectar las deficiencias de cobre, no son tan prácticos como la determinación sérica del propio elemento-traza<sup>80</sup>. Las carencias de cobre son muy comunes en el ganado del NEA<sup>23</sup>, donde cursa con despigmentación del pelaje, anemia, inmunodeficiencia, fragilidad ósea, subfertilidad y enlentecimiento del desarrollo corporal<sup>27</sup>. No cabe otra interpretación que aseverar que el contenido de cobre de los residuos cítricos (15 ppm) habría provocado el aumento de la cupremia registrado en S. Excepto en casos de molibdenosis, el aumento de cobre en la ingesta se traduce en elevación de la cupremia del rumiante<sup>35</sup>.

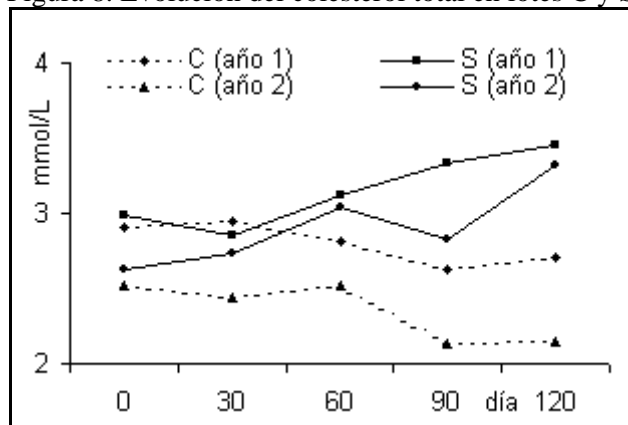
## Lipidograma

Tabla 4. Valores del lipidograma obtenidos en lotes control (C) y suplementado (S). parámetro lote año 1 año 2

parámetro	lote	año 1		año 2	
		inicial (n= 20)	final (n= 20)	inicial (n= 20)	final (n= 20)
colesterol t.(mmol/l)	C	2,91 ± 0,54	2,70 ± 0,31	2,52 ± 0,44	2,15 ± 0,28
	S	2,99 ± 0,49	3,46 ± 0,65	2,62 ± 0,36	3,32 ± 0,62
alfa lipoproteína (%)	C	86,4 ± 3,7	82,7 ± 2,9	87,7 ± 3,5	85,1 ± 3,0
	S	85,8 ± 3,3	89,2 ± 4,1	86,2 ± 3,3	90,0 ± 4,3
beta lipoproteína (%)	C	13,6 ± 1,9	17,3 ± 2,8	12,3 ± 1,8	14,9 ± 2,4
	S	14,2 ± 2,3	10,8 ± 1,7	13,8 ± 2,1	10,0 ± 1,6
C-HDL (mmol/l)	C	1,89 ± 0,33	1,79 ± 0,31	1,79 ± 0,26	1,58 ± 0,33
	S	1,82 ± 0,31	2,31 ± 0,36	1,69 ± 0,31	2,41 ± 0,83
C-LDL (mmol/l)	C	0,49 ± 0,08	0,41 ± 0,13	0,39 ± 0,05	0,31 ± 0,05
	S	0,59 ± 0,15	0,52 ± 0,10	0,36 ± 0,11	0,33 ± 0,07
triglicéridos(mmol/l)	C	0,45 ± 0,10	0,42 ± 0,12	0,41 ± 0,11	0,35 ± 0,10
	S	0,51 ± 0,13	0,55 ± 0,15	0,38 ± 0,16	0,45 ± 0,13

La Tabla 4 indica los valores obtenidos para los lípidos séricos y sus proteínas transportadoras. El colesterol total disminuyó en C y aumentó en S (Figura 8) en todos los casos. Los efectos tratamiento y tiempo fueron significativos tanto en el primero como en el segundo año. La prueba de comparación de medias detectó que las diferencias entre C y S comenzaron a ser significativas hacia el día 60, en ambos años.

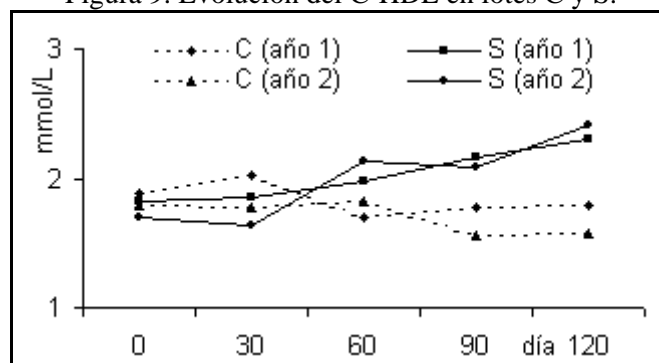
Figura 8. Evolución del colesterol total en lotes C y S.



La alfa lipoproteína registró significación para los efectos tratamiento y tiempo, en ambos años (aumentos en S y disminuciones en C). Las diferencias significativas entre S y C comenzaron hacia el día 60, tanto en el primero como en el segundo año. La beta lipoproteína fluctuó irregularmente, resultando no significativos los efectos tratamiento y tiempo. En ambos años, C-HDL disminuyó en los animales controles y aumentó en las vacas suplementadas (Figura 9).

En el grupo S, el aumento de C-HDL correlacionó positivamente con los incrementos de alfa lipoproteína y colesterol total ( $r = 0,95$ ;  $p = 0,01$  en el primer año, y  $r = 0,93$ ;  $p = 0,02$  en el segundo). El ANOVA de medidas repetidas encontró, para ambos años, significación estadística en los efectos tratamiento y tiempo. Los contrastes ortogonales revelaron que las diferencias entre C y S comenzaron a ser significativas desde el día 60, en ambos años. Los valores de C-LDL disminuyeron ligeramente en C y S, en ambos años; los efectos tratamiento y tiempo no fueron significativos. Para los triglicéridos, ninguno de los efectos del análisis de la variancia de medidas repetidas fue significativo.

Figura 9. Evolución del C-HDL en lotes C y S.



Los alimentos altamente energéticos provocan deposición de grasa corporal<sup>31</sup>, la cual suele acompañarse del aumento de triglicéridos y colesterol, así como por modificaciones de las lipoproteínas plasmáticas<sup>26,28</sup>. Tanto a partir del sitio de absorción intestinal como de los órganos que efectúan su biosíntesis, como el hígado, los lípidos son transportados hacia los tejidos periféricos por el plasma y la linfa, unidos a lipoproteínas. Éstas permiten el transporte de lípidos en un medio acuoso, solubilizándolos por medio de proteínas<sup>35</sup>. Las lipoproteínas son partículas esféricas que poseen un núcleo de lípidos neutros, compuesto por triglicéridos y ésteres de colesterol, y una superficie donde las apoproteínas se asocian con colesterol y fosfolípidos<sup>92</sup>. Las lipoproteínas son complejos proteico-lipídicos que acarrean triglicéridos, colesterol, ésteres de colesterol y fosfolípidos en el plasma<sup>63</sup>. Las principales clases de lipoproteínas aisladas por electroforesis han sido denominadas mediante un sistema análogo al utilizado para otras proteínas plasmáticas, como alfa, beta y pre-beta lipoproteínas, la última de las cuales es muy escasa en rumiantes adultos<sup>19</sup>. Cuando son separadas en base a la densidad de ultracentrifugación, las clases se denominan por sus densidades relativas: lipoproteínas de alta densidad (HDL), de baja densidad (LDL) y de muy baja densidad (VLDL)<sup>10,51,63,92</sup>.

El metabolismo lipoproteico revela características similares entre especies animales, pero no es exactamente igual en todas ellas. Los rumiantes, así como los equinos, caninos, felinos y ratas, poseen "patrón HDL", caracterizado por el predominio de alfa lipoproteína en el plasma. Cuando estos animales son alimentados con dietas grasas, el colesterol es captado por HDL (en lugar de LDL), evitándose efectos nocivos debido a la acción protectora atribuible a HDL. Seres humanos, cerdos, conejos, marmotas y varias especies de monos, responden al

“patrón LDL”, caracterizado por el aumento de beta lipoproteína y mayor riesgo aterogénico, cuando se consumen dietas excesivamente grasas<sup>10,35</sup>. Escasos datos abordan la modificación de lípidos y lipoproteínas séricas durante el engorde del ganado con suplementos altamente energéticos, como el bagazo de citrus.

Los niveles de colesterol total fueron ligeramente más bajos que los obtenidos en vacas lecheras de la misma región por otros investigadores ( $4,73 \pm 1,82$  mmol/l), quienes confirman que este parámetro disminuye en la época de parición (invierno)<sup>46</sup>. En el medio interno, el colesterol dietario se mezcla rápidamente con el colesterol que se ha sintetizado de novo en el hígado; la magnitud de esta biosíntesis es inversamente proporcional a la cantidad de colesterol absorbida por el intestino<sup>63,71</sup>. Los aumentos de colesterol total en S quizás puedan ser explicados por un aumento de la biosíntesis hepática, probablemente causada por el aumento del suministro de energía, debido a que la concentración de colesterol es escasa tanto en la pastura como en la pulpa de cítricos<sup>68</sup>.

En la biosíntesis de colesterol, si bien la conversión de b-hidroximetilglutaril-CoA a ácido mevalónico, es controlada por factores dietarios, la importancia de esta retroalimentación es desconocida en los animales domésticos<sup>63</sup>. Otro argumento para explicar el aumento de colesterol total en S es el aporte extra de fibra brindado por el suplemento, la cual al aumentar el acetato ruminal promovería mayor disponibilidad de sustrato para la síntesis hepática de colesterol<sup>19</sup>. Avalando esta hipótesis, el colesterol total disminuye en las vacas que no reciben aporte adicional de energía durante el invierno<sup>46,73</sup>.

Las pre-beta lipoproteínas son bajas en terneros (11%) y muy bajas en vacas (1%), poseyendo una vida media de 5 minutos. En el bovino, las proporciones de alfa y beta lipoproteínas son de 74 y 14% en terneros y de 79 y 19% en vacas, respectivamente<sup>19</sup>. Las vacas del presente estudio mostraron similares niveles iniciales. La alfa lipoproteína es la encargada del sistema de transporte reverso del colesterol, llevándolo desde los tejidos hacia el hígado, para su eliminación biliar<sup>10,51</sup>. Los resultados obtenidos corroboran que esta fracción es la más abundante en la sangre del bovino<sup>46</sup>.

En terneros pre-rumiantes, la adición de energía dietaria produjo aumentos de colesterol y alfa lipoproteína, sin modificar las restantes lipoproteínas<sup>66</sup>. En rumiantes adultos, todo aumento de colesterol es acompañado por aumento de alfa lipoproteína. La vaca en lactación es única en su habilidad para soportar altos niveles de colesterol sin efectos perjudiciales, gracias al aumento de alfa lipoproteína, que actúa como factor de protección<sup>63</sup>. En ganado cruza cebú, el suministro de un suplemento energético-proteico, como semillas de algodón, también causó incrementos séricos de alfa lipoproteína, colesterol total, triglicéridos y C-HDL<sup>28,26,31</sup>.

Beta y pre-beta lipoproteínas están a cargo del transporte directo de colesterol; después de su síntesis el colesterol es acarreado hacia órganos y tejidos sea para su utilización o almacenamiento, incluyendo depósito en paredes vasculares, lo cual genera riesgo aterogénico en seres humanos<sup>10,51,92</sup>. En terneros lactantes, el aumento del colesterol sérico provocó incremento significativo de beta lipoproteína<sup>66</sup>, sugiriendo que los terneros pre-rumiantes podrían responder al “patrón LDL”. Esta circunstancia no se verificó en los rumiantes adultos del presente estudio. El ser humano recién nacido posee “patrón HDL”, el cual se transforma en “patrón LDL” en la madurez<sup>35</sup>. Tal vez en el bovino este cambio ontogénico sea inverso.

Los valores obtenidos para C-HDL no difirieron del intervalo de referencia informado por otros investigadores, de 2,08 a 3,90 mmol/l en vacas para carne 3 y de 1,95 a 2,57 mmol/l en vacas lecheras<sup>46</sup>. En terneros cruza cebú dichos niveles son de 2,05 mmol/l<sup>35</sup>. El aumento de C-HDL en S podría responder a las mismas causas que provocaron aumento de colesterol total (suministro adicional de energía)<sup>35,63</sup>. En este estudio, los valores de C-LDL fueron similares a los encontrados en terneros cruza cebú de seis meses de edad (0,49 mmol/l)<sup>35</sup>. En animales con “patrón HDL” las dietas ricas en energía aumentarían las HDL a expensas de la disminución de LDL<sup>26,28</sup>, en contraste con lo que ocurre en animales con “patrón LDL”<sup>10</sup>.

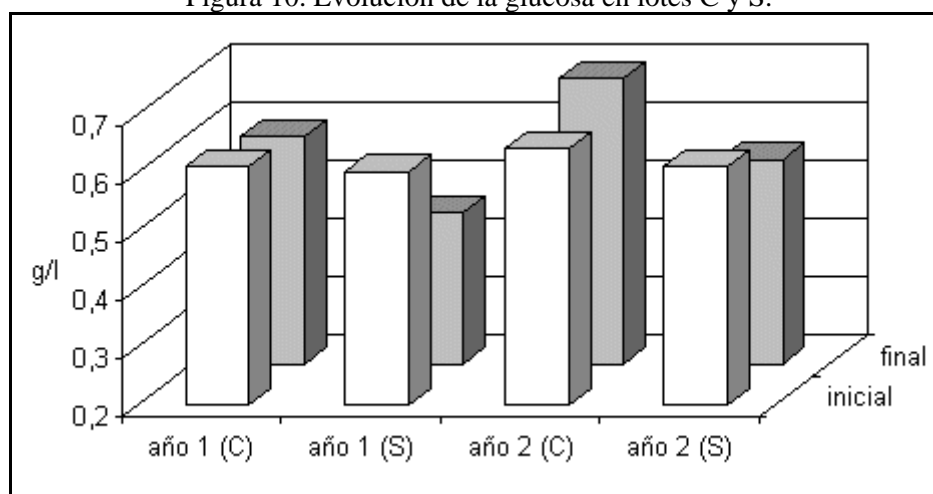
En S, los valores finales de triglicéridos se encontraron cercanos al límite superior del intervalo de referencia regional (0,31 a 0,48 mmol/l)<sup>46</sup>. En las vacas testigos, la ligera disminución final de triglicéridos podría quizás haberse debido al empobrecimiento invernal de las pasturas<sup>4,76</sup>, mientras que el leve incremento en las vacas suplementadas podría imputarse al aporte energético del suplemento<sup>72,77</sup>. En el rumiante, el incremento dietario de energía es capaz de causar aumento de triglicéridos<sup>26</sup>. Los triglicéridos, componentes importantes de los quilomicrones, se hidrolizan a glicerol y ácidos grasos. Estos componentes pueden utilizarse para la síntesis de nuevos triglicéridos y fosfolípidos u oxidarse a CO<sub>2</sub> para liberar energía<sup>19,63</sup>. El suministro adicional de fibra efectuado por la pulpa de cítricos (17-18%)<sup>72</sup> podría haber aumentado la síntesis ruminal de acetato y podría ser, en parte, responsable del aumento de triglicéridos en el medio interno<sup>19</sup>.

## Glucosa

La glucosa sérica fue inicialmente homogénea entre C y S, tanto en el primer año ( $0,61 \pm 0,12$  versus  $0,60 \pm 0,11$  g/l) como en el segundo ( $0,64 \pm 0,14$  versus  $0,61 \pm 0,13$  g/l respectivamente). Tales valores descendieron al avanzar el invierno, no significativamente en C (valores finales de  $0,59 \pm 0,12$  g/l en el primer año y  $0,62 \pm 0,18$  g/l en el segundo) pero significativamente en S ( $0,46 \pm 0,10$  y  $0,55 \pm 0,11$  g/l en años 1 y 2 respectivamente). El nivel de la glucemia en S al final del primer año (0,46 g/l) resultó inusualmente baja para esta raza<sup>35</sup>. Hubo significación estadística para el efecto tratamiento pero no para el efecto tiempo. Las diferencias entre medias

adquirieron significación hacia el día 120. En la Figura 10 puede apreciarse que los valores finales de glucosa (de ambos años) fueron menores en las vacas suplementadas con pulpa de citrus que en aquellas alimentadas exclusivamente a pastura natural.

Figura 10. Evolución de la glucosa en lotes C y S.



La disminución de glucosa plasmática en los animales suplementados quizás obedezca al aporte adicional de fibra (18%) efectuado por el suplemento<sup>68</sup>. En otros estudios se comprobó que ante dietas ricas en fibra, el ácido graso predominante en líquido ruminal fue el acético (65 mol/l), seguido del propiónico (25 mol/l) y butírico (10 mol/l); con el acetato sintetizado a partir de la fibra alimentaria, la glándula mamaria elabora ácidos grasos de cadena corta o mediana (C4 a C16) que constituirán los lípidos lácteos<sup>19, 88</sup>. En cambio, con alimentos concentrados, aumentará la síntesis de propionato (40 mol/l) y disminuirá la de acetato (50 mol/l), permaneciendo sin variaciones la del butirato (10 mol/l)<sup>63, 88</sup>. Resulta entonces que en rumiantes el sustrato adecuado para la gluconeogénesis hepática es el propionato 19, 64, cuya síntesis seguramente debió estar deprimida en las vacas del lote S debido a la índole del suplemento, circunstancia que se tradujo en una concentración plasmática de glucosa menor aún que la obtenida en las vacas controles, en estas últimas quizás debido a la escasez invernal de pasturas<sup>73, 76</sup>.

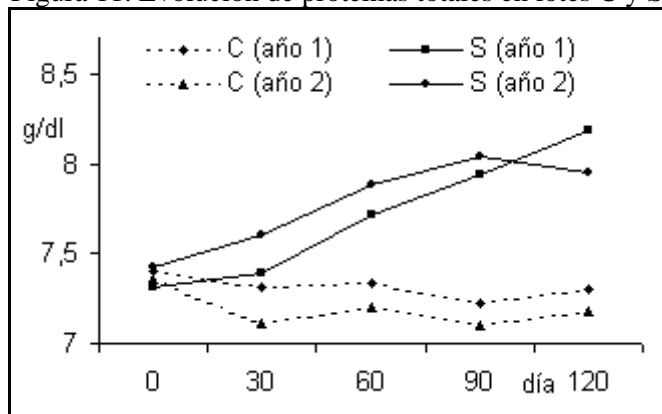
## Proteinograma

Tabla 5. Valores del proteinograma obtenidos en lotes control (C) y suplementado (S).

parámetro	lote	año 1		año 2	
		inicial (n= 20)	final (n= 20)	inicial (n= 20)	final (n= 20)
proteínas tot. (g/dl)	C	7,40 ± 0,32	7,30 ± 0,33	7,36 ± 0,35	7,18 ± 0,29
	S	7,31 ± 0,26	8,18 ± 0,41	7,42 ± 0,34	7,95 ± 0,38
albúmina (g/dl)	C	3,08 ± 0,20	2,92 ± 0,35	3,07 ± 0,28	2,59 ± 0,32
	S	3,05 ± 0,27	3,57 ± 0,36	2,89 ± 0,23	3,20 ± 0,37
globulina alfa (g/dl)	C	0,73 ± 0,10	0,75 ± 0,13	0,65 ± 0,11	0,61 ± 0,08
	S	0,77 ± 0,08	0,83 ± 0,12	0,62 ± 0,09	0,65 ± 0,13
globulina beta (g/dl)	C	0,96 ± 0,13	0,99 ± 0,19	0,88 ± 0,14	0,86 ± 0,11
	S	0,94 ± 0,18	0,98 ± 0,12	0,85 ± 0,09	0,87 ± 0,10
globul. gamma (g/dl)	C	2,63 ± 0,40	2,64 ± 0,42	2,76 ± 0,33	3,12 ± 0,44
	S	2,55 ± 0,31	2,80 ± 0,46	3,06 ± 0,41	3,23 ± 0,40
relación albúm/glob.	C	0,71 ± 0,08	0,67 ± 0,12	0,72 ± 0,09	0,56 ± 0,07
	S	0,71 ± 0,10	0,77 ± 0,08	0,64 ± 0,10	0,67 ± 0,11

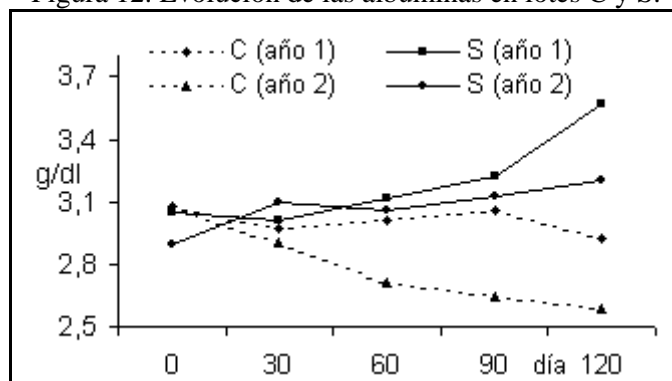
La Tabla 5 revela que las proteínas totales del lote C decrecieron en ambos años, aunque las diferencias fueron significativas únicamente en el segundo año, en consonancia con la menor disponibilidad de pasturas causada por un invierno más crudo<sup>73</sup>. En cambio, aumentaron significativamente en S, tanto en el año 1 como 2. Las diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas a partir del día 60 (Figura 11).

Figura 11. Evolución de proteínas totales en lotes C y S.



Las albúminas presentaron similar comportamiento en ambos ensayos: fueron disminuyendo en las vacas no suplementadas conforme avanzó el invierno (significativamente hacia el final del segundo año) y aumentaron en el lote favorecido con el aditivo dietario (significativamente en ambos años). Hubo significación estadística para ambos efectos, tratamiento y tiempo. Los promedios de C y S se diferenciaron significativamente a partir de los 30 días (año 1) y 60 días (año 2). La Figura 12 destaca la magnitud de los cambios, resaltando el incremento de albúminas en los animales suplementados, que al igual que el aumento de proteínas totales, debería imputarse al nitrógeno adicional aportado por el bagazo de citrus administrado<sup>68, 72</sup>. Proteinemia y albuminemia se modifican en forma directamente proporcional al contenido nitrogenado de la ingesta<sup>35, 49, 50, 54</sup>. La restricción alimentaria altera los indicadores de estado nutricional, provocando descenso de la proteinemia<sup>85</sup>.

Figura 12. Evolución de las albúminas en lotes C y S.



Las variaciones séricas de globulina alfa no alcanzaron significación estadística para los efectos tratamiento ni tiempo en ningún ensayo. Los contrastes ortogonales tampoco registraron diferencias entre lotes. Los niveles de esta fracción proteica usualmente se modifican por inflamaciones y por trastornos hepáticos<sup>21</sup>, renales y de otros órganos<sup>3, 20, 63</sup>. Las globulinas alfa incluyen a las lipoproteínas de alta densidad (HDL), que realizan el transporte reverso del colesterol<sup>10, 19</sup>, por lo cual aumentan ante el incremento de los lípidos dietarios<sup>26, 35</sup>. Evidentemente, la escasa proporción de extracto etéreo del bagazo de citrus (4,5%) no fue suficiente para modificar los valores de globulina alfa en S.

Las globulinas beta tampoco registraron significación estadística para los efectos tratamiento y tiempo. Estas globulinas son importantes desde el punto de vista nutricional, pues son las encargadas de la movilización de metales pesados (Fe, Zn, Cu), vitamina D y algunas hormonas, así como del transporte directo de colesterol (LDL)<sup>35, 64</sup>. La relación albúmina / globulinas disminuyó en C (significativamente durante el año 2). A pesar de su escaso contenido proteico (7,6%), el bagazo de citrus fue capaz de mantener la relación albúmina / globulinas en S, aún durante el segundo año, cuando la reducción de la pastura fue más pronunciada.

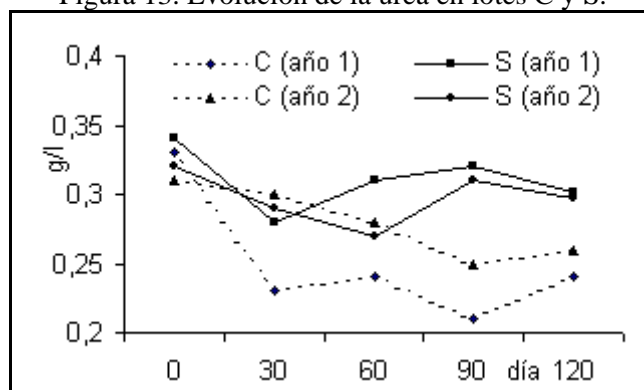
Las globulinas gamma aumentaron significativamente en S, en ambos años. En el lote C no registraron cambios durante el primer año, pero disminuyeron significativamente en el segundo. Las diferencias entre C y S comenzaron a ser significativas a partir del día 60. Además de otorgar viscosidad al plasma, generar presión coloidsmótica y participar en la regulación del equilibrio ácido-base, las globulinas gamma operan como anticuerpos y, al igual que las restantes fracciones electroforéticas, pueden alterarse en estados de subnutrición<sup>20, 54, 64</sup>.

Las proteínas séricas integran el panel bioquímico explorador del estado nutricional del ganado<sup>20,56</sup>. El hígado sintetiza la totalidad de las albúminas y del fibrinógeno circulantes, así como el 50% de las globulinas, para lo cual requiere el aporte de nitrógeno alimentario<sup>63,72</sup>. Por ello, las proteínas séricas están disminuidas en los procesos de subnutrición o malabsorción, así como en las hepatopatías<sup>20,35,54</sup>. A su vez, el sistema inmunológico requiere los aminoácidos necesarios para la biosíntesis del 50% restante de globulinas, que poseerán actividad de anticuerpos. Por ello, las deficiencias nitrogenadas pueden causar la reducción o pérdida de los mecanismos de defensa<sup>64</sup>.

Durante el año 1, las ganancias de peso en S correlacionaron significativamente con las proteínas totales ( $r = 0,98$ ,  $p = 0,0003$ ) y las albúminas ( $r = 0,93$ ,  $p = 0,02$ ), en tanto que las albúminas revelaron asociación lineal positiva con las proteínas totales ( $r = 0,90$ ,  $p = 0,03$ ). En el año 2 se registró correlación significativa entre las albúminas y el peso vivo de S ( $r = 0,97$ ,  $p = 0,004$ ). Estos coeficientes indican que las ganancias de peso estuvieron estrechamente relacionadas al aumento de las proteínas séricas<sup>43,91</sup>.

La urea declinó progresivamente al avanzar el invierno, tanto en animales suplementados como controles. No obstante, en el lote S las disminuciones fueron menos pronunciadas que en el lote C, grupo donde adquirieron significación estadística tanto en el primero como en el segundo año de ensayos. Los efectos tratamiento y tiempo fueron significativos. Las medias de C y S comenzaron a diferenciarse (contrastes ortogonales) a partir del día 60 (primer año) y del día 30 (segundo año). En la Figura 13 se señalan las modificaciones del valor sérico de urea en cada fecha de muestreo, poniendo de relieve que las declinaciones más pronunciadas ocurrieron en el lote sin suplemento.

Figura 13. Evolución de la urea en lotes C y S.



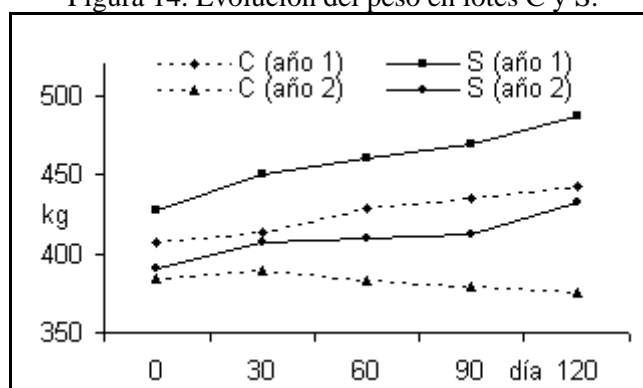
El nivel plasmático de urea es capaz de reflejar certeramente el contenido nitrogenado de las pasturas<sup>48,50</sup>, por lo cual su disminución en C debería relacionarse con el déficit nutricional invernal<sup>4,73</sup>. El aporte nitrogenado del bagazo de citrus habría amortiguado la caída de urea en S<sup>62,68,72</sup>. Se postula que para el ganado en crecimiento, los residuos cítricos deben acompañarse con urea para aumentar su contenido nitrogenado, evitando la caída del amonio ruminal y de la urea plasmática<sup>1,65,79,83</sup>. Este postulado parecería no ser tan importante para animales en engorde, como la vaca de descarte, habida cuenta que las variaciones plasmáticas de urea en el lote suplementado fueron no significativas.

### Peso vivo

Los pesos iniciales fueron homogéneos ( $IC \pm 95\%$ ) en ambos lotes, tanto en el primer año (C:  $406,5 \pm 33,2$  y S:  $428,0 \pm 39,3$  kg) como en el segundo (C:  $383,8 \pm 37,6$  y S:  $390,5 \pm 30,8$  kg). Durante los 4 meses de ensayo el peso vivo aumentó en ambos lotes; el ANOVA de medidas repetidas declaró alta significación estadística para el efecto tiempo (crecimiento, ontogenia), tanto en el primer año ( $p = 0,001$ ) como en el segundo ( $p = 0,002$ ). También fue significativo el efecto tratamiento (suplementación con bagazo de citrus) en sendos años ( $p = 0,01$  y  $0,05$  respectivamente), no así la interacción tratamiento x tiempo. Los pesos finales resultaron significativamente distintos entre C y S, tanto en el primer año (C:  $443,0 \pm 28,5$  y S:  $487,1 \pm 31,8$  kg) como en el segundo (C:  $375,0 \pm 35,3$  y S:  $432,8 \pm 25,9$  kg). Las mayores ganancias de peso en S comenzaron a ser significativas en los días 60 (año 1) y 90 (año 2), como muestra la Figura 14.

Durante el primer año, cuyo invierno fue atemperado, las ganancias de peso fueron de 36,5 kg en C (304 g/animal/día) y 59,1 kg en S (492 g/animal/día). En el segundo año el ganado debió soportar una temporada invernal más rigurosa, a resultas de lo cual las vacas controles perdieron peso (-8,8 kg) y las suplementadas mostraron una ganancia de 42,3 kg (352 g/animal/día). En S, los aumentos de peso necesariamente deben atribuirse al suplemento administrado; las escasas ganancias iniciales (hasta los 60 y 90 días, según el año), quizás deban atribuirse al cambio de dieta (adaptación al suplemento, cambios en los microorganismos ruminales)<sup>64,72</sup>, pues al final los aumentos fueron más pronunciados.

Figura 14. Evolución del peso en lotes C y S.



Suplementando vacas de descarte cruce cebú con residuos de cervecera (hez de malta), nuestro grupo de trabajo constató ganancias de 314 g/animal/día y pérdidas de peso en testigos (-128 g/animal/día)<sup>30</sup>. Al emplear semilla de algodón los aumentos en el lote suplementado fueron de 292 g/animal/día, en tanto que los controles ganaron solamente 51 g/animal/día<sup>24</sup>. Vacas lecheras suplementadas con pulpa de cítricos registraron ganancias de peso más altas que testigos alimentados con una dieta comercial balanceada (668 versus 355 g/animal/día); también se registraron aumentos de las proteínas lácteas y de los sólidos no grasos de la leche<sup>49</sup>. Administrando cantidades crecientes de bagazo de citrus<sup>65</sup> o subproductos cítricos combinados con diferentes complementos<sup>47, 52</sup>, otros investigadores obtuvieron ganancias de peso que oscilaron entre 236 y 1.100 g/animal/día. En coincidencia con los resultados del presente estudio, los residuos cítricos se revelaron muy eficientes para engordar ganado adulto.

En cambio, al suplementar en invierno animales en crecimiento (vaquillas de 200-250 kg) con bagazo de citrus, las ganancias de peso no fueron significativas, pese a haberse logrado aumentos de hematocrito, eritrocitos, hemoglobina, hierro, calcio, proteínas totales, albúminas, urea y globulinas, así como disminuciones séricas de glucosa<sup>39, 42</sup>. La pulpa de citrus tampoco resultaría adecuada para el normal desarrollo de ovejas en crecimiento, por su escaso contenido de proteínas<sup>7</sup>. En animales jóvenes, cuya demanda nitrogenada es alta, el bagazo de citrus mejoraría algunos indicadores bioquímicos de estado nutricional pero sería inefectivo para aumentar significativamente el peso de los animales durante el déficit invernal de las pasturas.

## CONCLUSIONES

La suplementación invernal de ganado adulto cruce cebú (vacas de descarte) con bagazo fresco de citrus sin adición nitrogenada, produjo aumentos significativos de la ganancia de peso, con relación a controles alimentados exclusivamente con pastura natural, que fueron estadísticamente significativos a los 60 días (invierno moderado, más pastura) y 90 días (invierno severo, menos pastura). El consumo del suplemento fue total, sin haberse verificado rechazos por mala palatabilidad ni síntomas clínicos sugerentes de efectos secundarios indeseables. Tampoco se afectaron los analitos hematológicos y bioquímicos indicadores de reacciones adversas como intoxicaciones, diarreas, inflamaciones, caída de defensas, trastornos metabólicos, digestivos, hepáticos, musculares, cardíacos, renales o de vías biliares. Mientras que el medio interno de los animales controles acusó el impacto de la menor disponibilidad invernal de alimento, en las vacas suplementadas aumentó (o se atenuó la disminución) de la mayoría de los indicadores de estado nutricional del eritrograma, ionograma, lipidograma, proteinograma y nitrógeno no proteico (urea), efectos que son atribuidos al elevado aporte de energía, minerales y vitaminas de los residuos cítricos. En discordancia, la glucosa sérica fue menor en las vacas suplementadas, sugiriendo una depresión de la biosíntesis de propionato, quizás causada por el aporte adicional de fibra efectuado por el bagazo de citrus. El subproducto agroindustrial, de bajo costo en la zona, se revela eficaz para ser utilizado sin adición nitrogenada como suplemento invernal en ganado adulto cruce cebú en cría extensiva sobre praderas naturales.

## AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo económico brindado, a la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE (Proyecto 17B/065) y Wiener Lab (Rosario, Argentina). Por la colaboración prestada en tareas de campo, a los Dres. M.A. Revidatti, A. Capellari, J.M. Navamuel y S.A. Fioranelli.

## REFERENCIAS

1. Aguilera JF. 1989. Aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Rev Arg Prod Anim 9: 253-267.



2. Ammerman CB, Henry PR. 1992. Use of citrus by-products for cattle. Proceedings of the International Conference on Tropical Livestock, Florida (USA), p. 66-73.
3. Angel G, Angel M. 1997. Interpretación Clínica del Laboratorio, 5° ed., Panamericana, Bogotá, 664 p.
4. Arias AA. 1991. Suplementación con subproductos energéticos proteicos de vacunos para carne en pastoreo en la Provincia de Corrientes. Informe INTA EEA Corrientes (Argentina), 13 p.
5. Ariza P, Bach A, Stern MD, Hall MB. 2001. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. *J Anim Sci* 79: 2713-2718.
6. Arthington JD, Kunkle WE, Martin AM. 2002. Citrus pulp for cattle. *Food Anim Pract* 18: 317-326.
7. Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. 2001. The effects of condensed tannins supplementation of foods with different protein content. *Br J Nutr* 86: 697-706.
8. Baker FS. 1950. Citrus molasses in a steer-fattening ration. *Agric Expt Stat Florida Univ Bull S-22*: 1-7.
9. Barger MA, Grindem BC. 2000. Interpretación del hemograma. *Selecc Vet* 8: 500-510.
10. Bauer JE. 1996. Comparative lipid and lipoprotein metabolism. *Vet Clin Pathol* 25: 49-56.
11. Becker RB. 1951. Citrus pulp in dairy rations. *Agric Expt Stat Florida Univ Bull S-40*, 1-6.
12. Bhattacharya AN. 1973. Dried citrus pulp as a grain replacement for lambs. *J Anim Sci* 36: 1175-1180.
13. Biani RD, Collia JA. 1982. Suplementación invernal de vacas refugio. *Gaceta Agron* 2: 727-730.
14. Blezinger SB. 2006. On line: [www.cattletoday.com](http://www.cattletoday.com). Feed supplements come in several different forms.
15. Bozzini C. 1988. Fisiología del Eritrón. En: Fisiología Humana (Cingolani HE, Houssay AB Ed.), 6° ed., El Ateneo, Buenos Aires, 332 p.
16. Brown WF. 1990. Wet and dry citrus pulp are both good feed for cattle. *Florida Cattle Livest J* 12: 21-26.
17. Brown WF, Johnson DD. 1991. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. *J Anim Sci* 69: 348-357.
18. Cangiano CA. 1997. Producción Animal en Pastoreo, La Barrosa, Balcarce, 147 p.
19. Cirio A, Tebot I. 2001. Fisiología Metabólica de los Rumiantes, Ed. CSIC, Montevideo, 146 p.
20. Coles EH. 1989. Veterinary Clinical Pathology, 4° ed., Saunders, Philadelphia, 486 p.
21. Coppo JA. 1981. El Hepatograma, Ed. Wiener, Rosario, Santa Fe, 42 p.
22. Coppo JA, Pérez OA, Sandoval GL, Scorza SH. 1984. Efectos de la suplementación mineral sobre el ionograma sérico de bovinos de cría en la Provincia de Corrientes. *Therios* 4: 55-74.
23. Coppo JA. 1985. Aspectos relacionados con la nutrición mineral del ganado en el nordeste argentino. *Rev Arg Prod Anim* 4: 23-24.
24. Coppo JA, Scorza SH, Guastalla JW, Maccio OA, Mussart NB. 1990. Ionograma en bovinos del nordeste argentino suplementados con semilla de algodón. *Therios* 15: 13-23.
25. Coppo JA, Sandoval GL, Scorza SH, Mussart NB, Pochon DO. 1990. Acción del hierro-dextrán sobre los parámetros bioquímicos y el peso de terneros, desde el nacimiento al destete. *Rev Arg Prod Anim* 10: 395-404.
26. Coppo JA. 1990. Effects of dietary lipidic charge in the concentration of bovine lipids and lipoproteins. *Acta Physiol Pharm* 40: 289-297.
27. Coppo JA, Sandoval GL, Mussart NB, Slanac AL. 1992. Deficiencias de minerales y oligoelementos detectadas en bovinos del nordeste argentino. *Vet Arg* 9: 331-336.
28. Coppo JA. 1992. L'utilisation de suppléments nutritifs qui accroissent le degré de saturation des acides gras corporels des bovins. *Ann Biol Clin* 50: 263-264.
29. Coppo JA, Scorza SH, Mussart NB. 1994. Biochemical profiles of Argentine cattle supplemented with cottonseed. *Rev Invest Agrop* 25: 91-102.
30. Coppo JA, Mussart NB, Slanac AL, Capellari A, Revidatti MA. 1996. Ionograma y proteinograma en vacas de invernada suplementadas con hez de malta. *Rev Arg Prod Anim* 16: 90-96.
31. Coppo JA, Mussart NB. 1999. Nutritional indicators changes and organic damages in cottonseed supplemented steers. *Facena* 14: 1-6.
32. Coppo JA, Mussart NB. 1999. Desnutrición del ganado como secuela de las inundaciones de 1998. *Vet Arg* 16: 581-587.
33. Coppo JA, Mussart NB. 1999. Perfiles bioquímicos en ganado de zonas inundadas del nordeste argentino. *Therios* 28: 238-243.
34. Coppo JA, Revidatti MA, Capellari A, Navamuel JM, Fioranelli SA, Mussart NB. 2001. La función hepática en vacas de descarte suplementadas con residuos de la industria cítrica. *Acta Cienc Tecn UNNE* 4: 10-13.
35. Coppo JA. 2001. Fisiología Comparada del Medio Interno, Ed. Dunken, Buenos Aires, 297 p.
36. Coppo JA, Mussart NB, Revidatti MA, Capellari A, Fioranelli SA, Navamuel JM. 2002. Evolución de indicadores de efectos secundarios indeseables en vacas refugio suplementadas con bagazo de citrus. *Acta Cienc Tecn UNNE* 5: 101-104.
37. Coppo JA, Mussart NB, Revidatti MA, Capellari A, Navamuel JM, Fioranelli SA. 2002. Consecuencias de la suplementación con residuos cítricos sobre el peso y los valores del eritrón en vacas de descarte. *Acta Cienc Tecn UNNE* 5: 97-100.
38. Coppo JA, Mussart NB, Revidatti MA, Capellari A, Navamuel JM, Fioranelli SA. 2002. Fresh citrus pulp supplementation effects on weight gain and plasma protein of wintering cows. *Anal Vet* 22: 15-21.
39. Coppo JA, Mussart NB, Revidatti MA, Capellari A, Navamuel JM. 2003. Ineficiencia de la pulpa de citrus sin adición nitrogenada para aumentar el peso de bovinos cruce cebú en crecimiento. *Agrotecnia* 11: 2-6.
40. Coppo JA, Mussart NB, Revidatti MA, Capellari A, Navamuel JM, Fioranelli SA. 2003. Weight gain and serum lipidic changes in citrus pulp supplemented wintering cows in Argentina. *Vet Méx* 34: 303-313.

41. Coppo JA, Mussart NB, Revidatti MA, Capellari A, Fioranelli SA. 2003. Plasmatic electrolytes and weight modifications in wintering cows feeding with citrus by-products. *Facena* 19: 47-55.
42. Coppo JA, Mussart NB. 2004. Variaciones del peso vivo e indicadores nutricionales en vaquillonas cruza cebú suplementadas con pulpa de citrus. *Rev Med Vet* 85: 50-52.
43. Coppo JA. 2005. *Fundamentos y Metodología de la Investigación Científica*, Ed. Moglia, Corrientes, 788 p.
44. Corbellini CN. 1998. Influencia de los micronutrientes en la fertilidad de bovinos. *Med Vet* 79: 8-13.
45. Cseh S, Ridao M, San Martino S, Drake M, Yarrar M. 1998. Valores serológicos de hierro y zinc en distintas categorías de bovinos hembra. *Vet Méx* 29: 23-27.
46. Dellamea S, Sandoval GL, Pochon DO, Cafferata R. 1998. Evolución de lípidos séricos en bovinos lecheros de zona subtropical. *Acta Cienc Tecn UNNE* 2: 5-8.
47. Ducker MJ. 1988. Efectos de la nutrición y las prácticas de manejo en la fertilidad. *Therios* 2: 60-76.
48. Fiems LO, Cottyn BG, Campeneere SD, Boucqué CV. 1998. Effect of dietary protein level on performance of early-weaned double-muscled calves. *Anim Feed Sci Technol* 71: 79-87.
49. Flores VR. 2000. Suplementación con pellets de pulpa de citrus en vacas lecheras en lactancia temprana. *Prod Anim* 20: 100-101.
50. Flores A, Engler A. 1992. Relación entre el nitrógeno no proteico ruminal y la urea sérica en bovinos. *Therios* 19: 281-290.
51. Fruchart JC, Sézille G. 1981. Lípidos y lipoproteínas. *Acta Bioq Clín Latin* 15: 97-159.
52. Ghisi JJ. 1968. La pulpa de citrus en la alimentación del ganado vacuno. *Boletín de Extensión del INTA de Concepción del Uruguay (Argentina)* 29: 1-6.
53. Gohl BI. 2006. On line: [www.fao.org/DOCREP/004/X6512E/X6512E08.htm](http://www.fao.org/DOCREP/004/X6512E/X6512E08.htm). Citrus by-products for animal feed.
54. Gómez Piquer J. 1992. *Análisis Clínicos en Veterinaria*, Ed. Mira, Zaragoza, 445 p.
55. Griffiths IB, Done SH. 1991. Citrinin as a possible cause of the pruritis, pyrexia, haemorrhagic syndrome in cattle. *Vet Rec* 129: 113-117.
56. Habich GE. 1982. Análisis de sangre de animales sanos como fuente de información para el manejo de rodeos lecheros. *Prod Anim* 2: 130-158.
57. Harms RH, Simpson CF, Waldroup PW, Ammerman CB. 1968. Citrus pulp for poultry litter and its subsequent feeding value for ruminants. *Agric Expt Stat Florida Univ Bull* 724: 1-12.
58. Howes JR. 1989. Potencial digestivo del Brahman comparado con el Hereford. *Cebú* 36: 36-38.
59. Inchausti D, Tagle EC. 1980. *Bovinoecnia*, 6° ed., El Ateneo, Buenos Aires, 800 p.
60. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1992. Informe Anual de Planes de Trabajo. *Boletín Documentos Institucionales* N° 55, Buenos Aires, 59 p.
61. Jain NC. 1993. *Essentials of Veterinary Hematology*, Lea & Febiger, Philadelphia, 417 p.
62. Jurgens MH. 1982. *Animal Feeding and Nutrition*, 5° ed., Kendall-Hunt, Iowa, 549 p.
63. Kaneko JJ. 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, Academic Press, San Diego, 832 p.
64. Kolb E. 1987. *Fisiología Veterinaria*, 3° ed., Acribia, Zaragoza, 1115 p.
65. Kuvera JC, Nazar BH, Alfaro MA. 1993. Utilización de la pulpa deshidratada de cítricos en la alimentación de los rumiantes. *Biotam* 5: 1-5.
66. Leplaixcharlat L, Bauchart D, Durand D, Laplaud PM, Chapman MJ. 1996. Plasma lipoproteins in preruminant calves fed diets containing tallow or soybean oil. *J Dairy Sci* 79: 1267-1277.
67. Loggins PE, Ammerman CB, Moore JF, Simpson CF. 1968. Effect of feeding long hay or HCO<sub>3</sub> with ground or pelleted diets high in citrus pulp on lamb performance. *J Anim Sci* 27: 745-750.
68. Maynard AL. 1996. *Nutrición Animal*, 7° ed., McGraw-Hill, México, 758 p.
69. Mehrhof NR, Rusoff LL. 1939. Utilization of citrus meal for poultry. *Proceedings of 7th World's Poultry Congress, Florida*, p. 209-212.
70. Miron J, Yosef E, Ben-Ghedalia D, Chase LE, Bauman DE, Solomon R. 2002. Digestibility by dairy cows of monosaccharide constituents in total mixed rations containing citrus pulp. *J Dairy Sci* 85: 89-94.
71. Moody DE, Hohenboken WD, Beal WE, Thye FW. 1992. Concentration of plasma cholesterol in beef cows and calves, milk production and calf gain. *J Anim Sci* 70: 1464-1470.
72. Morrison FB. 1980. *Alimentos y Alimentación del Ganado*, 21° ed., Uteha, México, 782 p.
73. Mufarrege D. 1993. Distribución estacional de nutrientes para el ganado en pastizales del nordeste argentino. *Informe Anual del INTA Mercedes (Corrientes, Argentina)*, p. 102-107.
74. Nigg HN, Reinert JA, Fitzpatrick GE. 1979. Acephate and methamidophos residue behavior in Florida citrus. *Pestic Monit J* 12: 167-171.
75. Peacock FM, Kirk WG. 1959. Comparative feeding value of dried citrus pulp, corn feed meal and ground snapped corn for fattening steers in drylot. *Agric Expt Stat Florida Univ Bull* 616: 12.
76. Peruchena CO. 1992. Nutrición de bovinos sobre pastizales de baja calidad del NEA. *Anales XII Sesión Comunic Científ Facultad Ciencias Veterinarias UNNE, Corrientes (Argentina)*, p. 17-22.
77. Peruchena CO, D'Ascanio GD. 1996. Tablas de valor nutritivo de residuos y subproductos agroindustriales utilizados en el subtrópico. *Boletín Prod. Anim. INTA, Serie Técnica* N° 12.
78. Pesce AJ, Kaplan LA. 1990. *Methods in Clinical Chemistry*, Mosby, Saint Louis, 1380 p.
79. Pinzon FJ, Wing JM. 1976. Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. *J Dairy Sci* 59: 1100-1103.
80. Quiroz Rocha GF, Bouda J. 2001. Fisiopatología de las deficiencias de cobre en rumiantes y su diagnóstico. *Vet Méx* 32: 289-296.
81. Restrepo AM. 1992. Tipos de anemias. En: *Hematología (Vélez H Ed.)*, 4° ed., CIB, Medellín, 316 p.

82. Rodríguez V, Rodríguez B, Perón N. 1974. Efecto de la adición de forraje verde a una dieta integral a base de pulpa deshidratada de naranja en terneros. *Rev Cub Cs Agric* 8: 141-148.
83. Sablich J. 2001. Residuos de la industria cítrica en la alimentación animal. *Anales de las II Jornadas de Producción Animal, Corrientes (Argentina)*, p. 1-6.
84. Sandoval GL, Dellamea S, Pochon DO, Campos Vaca MV. 1998. Calcio, fósforo, magnesio y fosfatasa alcalina en vacas lecheras suplementadas con óxido de magnesio. *Vet Méx* 29: 131-136.
85. Sansinanea A, Cerone S, García C, Virkel G, Auza N. 1999. El estado nutricional condiciona la capacidad antioxidante hepática. *Anales IV Reunión Latinoam Fisiol Vet, Buenos Aires*, p. 10.
86. Santos A, Aguilera E. 1981. Niveles de sustitución de harina de maíz por pulpa de cítricos deshidratada en concentrados para terneros. *Rev Cubana Cienc Agric* 15: 141-147.
87. Sarasti HO. 1992. Funciones del eritrón. En: *Hematología (Vélez H Ed.)*, 4º ed., CIB, Medellín, 316 p.
88. Schoonmaker JP, Cecava VM, Faulkner DB, Fluharty FL, Zerby HN, Loerch SC. 2003. Effect of source of energy and rate of growth on performance, carcass characteristics, ruminal fermentation, and serum glucose and insulin of early-weaned steers. *J Anim Sci* 81: 843-855.
89. Segura Correa VM, Castellanos Ruelas AF. 1999. Efecto de la suplementación fosforada sobre la ganancia de peso de bovinos en pastoreo en Yucatán, México. *Vet Méx* 30: 257-261.
90. Spada MC, Cangiano CA. 1991. El uso del disco en la estimación de la fitomasa aérea. Una comparación con otros métodos. *Prod Anim* 11: 19-27.
91. Steel RG, Torrie JH. 1992. *Principles and Procedures of Statistics*, 2º ed., MacGraw-Hill, New York, 357 p.
92. Tavella M. 1993. Partículas lipoproteicas. Concepto, aislamiento e implicancias clínicas. *Acta Bioq Clín Latin* 27: 75-85.
93. Tschopp JC, Müller VG, Gervasio S, Malinskas G, Althaus RL. 1998. Mejora en el perfil hemático del vacuno lechero mediante la utilización de alimento balanceado en la dieta. *Rev Arg Prod Anim* 18: 334-335.
94. Van Egmond HP, Paulsch WE, Sizoo EA. 1989. Comparison of six methods of analysis for the determination of aflatoxin in feeding stuffs containing citrus pulp. *Food Addit Contam* 6: 137-138.
95. Wadhwa D, Beck NF, Borgida LP, Dhanoa MS, Dewhurst RJ. 2001. Development of a simple in vitro assay for estimating net rumen acid load from diet ingredients. *J Dairy Sci* 84: 1109-1117.

[Volver a: Suplementación en general](#)