

NUTRICIÓN DE RUMIANTES CON RECURSOS LOCALES

“Convierte lo que tienes en tu mayor ventaja”

Ing. Luis Navarro Zamora

Antecedentes

Estrategias:

- Mejorar la sostenibilidad
- Reducir costos
- Minimizar el impacto ambiental



Figura 1. Diagrama de bucle causal del papel beneficioso del uso de subproductos agroindustriales en la cadena alimentaria. Las flechas indican causalidad, mientras que los signos de polaridad (+) y (-) indican correlación positiva y negativa, respectivamente. B indica bucles de equilibrio del sistema.

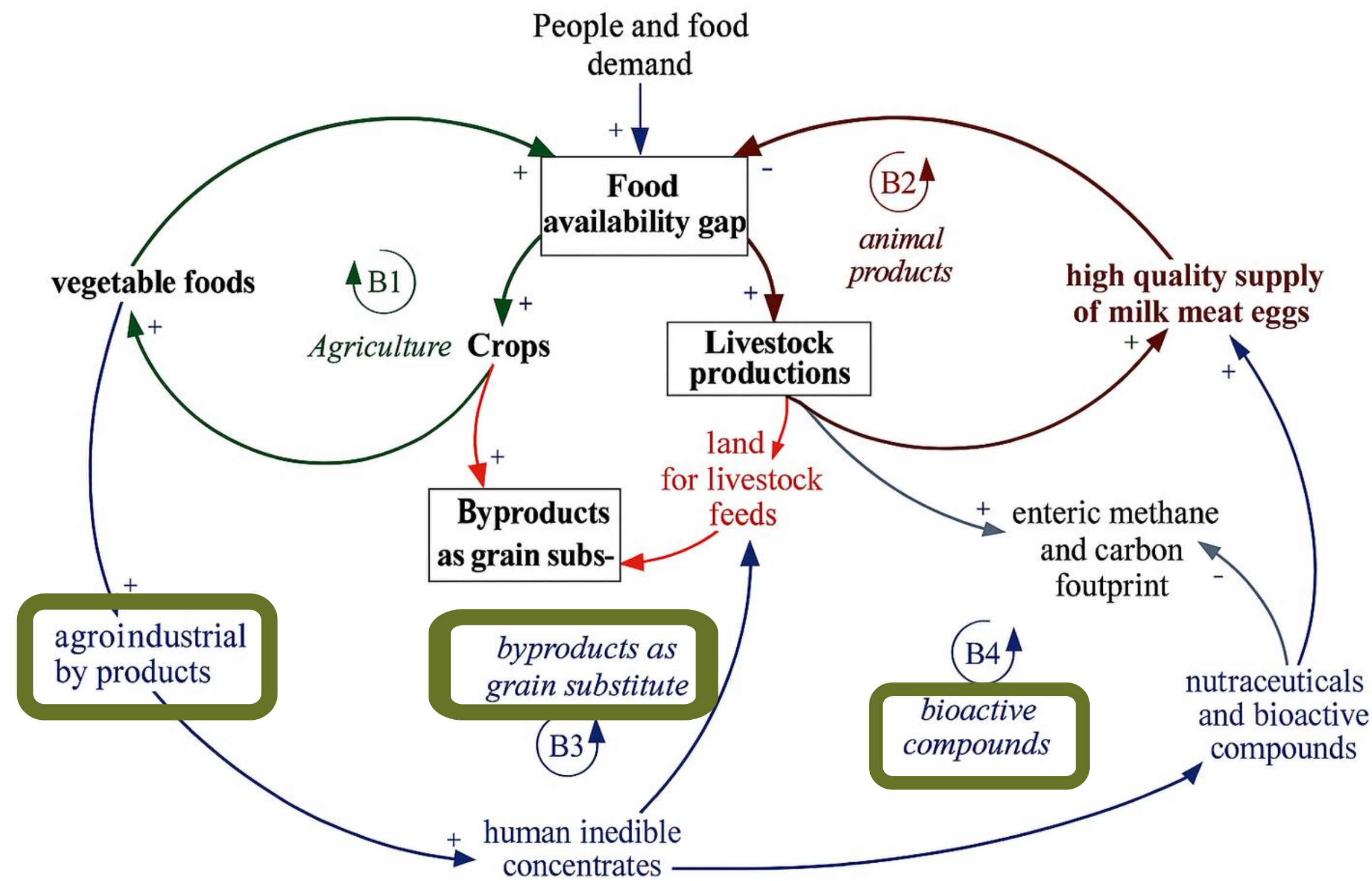


Figura 2. Fotografías de subproductos del pistacho y sus derivados. Fuente: Derivado de Kazemi et al. (2024).



Whole pistachio by-products (PW)



Leaf



Cluster



Soft hull (mesocarp)

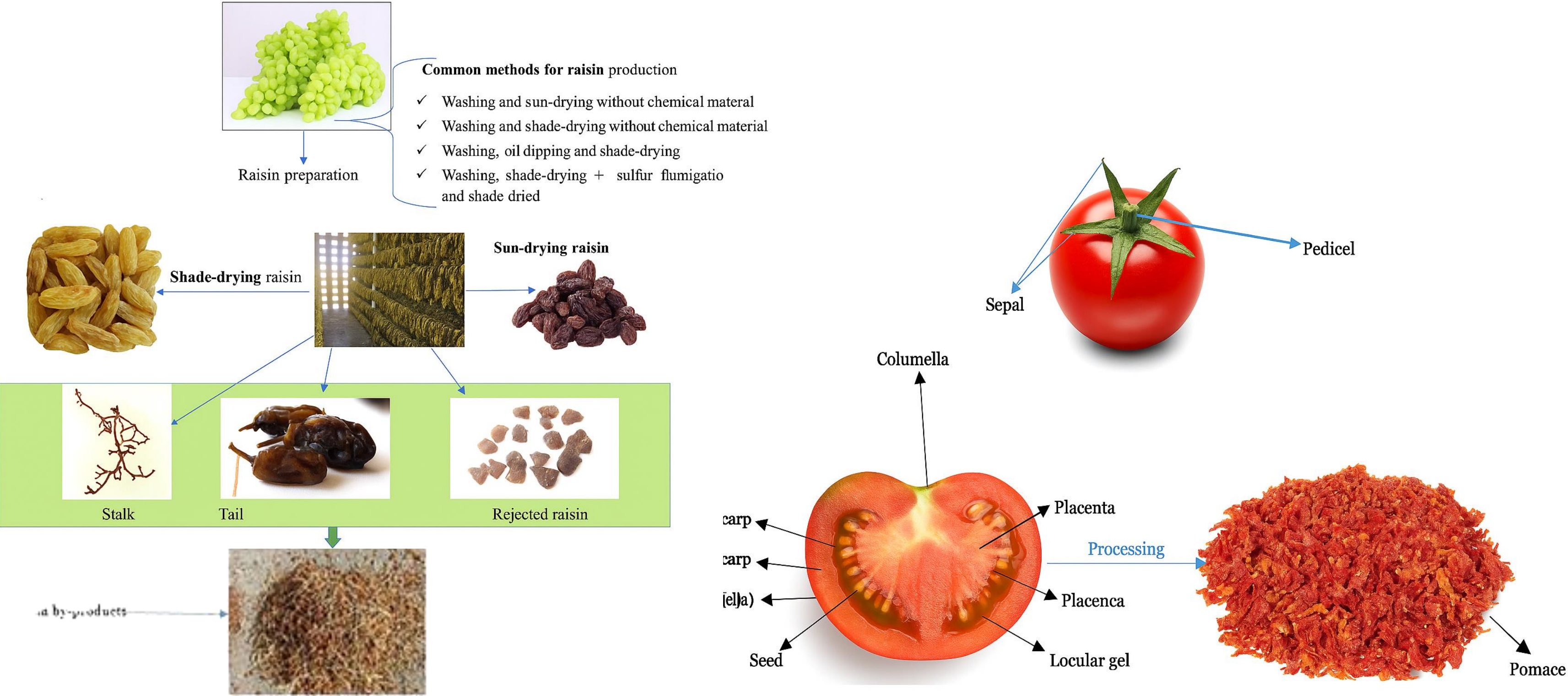


Hard shell (endocarp)



Kernel

Figura 3. Esquema de la preparación de pasas, tomates y sus subproductos.



Variación según tipo de subproducto

- Componentes físicos
- Factores nutricionales
- Digestibilidad
- Localidad



Cuadro 1. Producción de biomasa de residuos poscosecha (t MS/ha) y proporción (g/kg) de biomasa aérea total cosechada (granos, paja y cáscaras de vainas) obtenida de tres especies de altramuz europeo cultivadas en dos localidades.

	Production			Proportion		
	Straws	Pod shells	Total residues	Straws	Pod shells	Total residues
Species						
<i>L. albus</i> ‘Estoril’	3.10 ^b	1.00 ^b	4.10 ^b	511 ^b	158 ^a	669
<i>L. angustifolius</i> ‘Tango’	1.34 ^a	0.442 ^a	1.78 ^a	543 ^b	171 ^a	715
<i>L. luteus</i> ‘Cardiga’	2.54 ^b	1.31 ^b	3.85 ^b	437 ^a	237 ^b	674
Location						
Mirandela	2.27	0.666	2.94	546	160	706
Vila Real	2.38	1.17	3.56	449	217	666

Cuadro 2. Composición química (g/kg MS) y contenido energético bruto (MJ/kg MS) de la biomasa de residuos poscosecha obtenida de tres especies de altramuz europeo cultivadas en dos localidades.

	Ash	CP	EE	NDF	ADF	ADL	NDSC	GE
Species								
<i>L. albus</i> ‘Estoril’	43.7 ^a	53.0 ^a	5.44	665	513	103	233	18.3
<i>L. angustifolius</i> ‘Tango’	51.1 ^b	68.9 ^b	5.51	659	500	107	208	18.3
<i>L. luteus</i> ‘Cardiga’	53.2 ^b	58.3 ^a	5.71	648	490	111	235	18.3
Biomass								
Straws	49.9	61.2	7.18	705	572	127	176	17.9
Pod shells	48.8	58.9	3.92	610	430	88.1	274	18.7
Location								
Mirandela	58.4	78.7	5.65	617	464	93.4	235	18.2
Vila Real	40.3	41.5	5.45	698	538	121	215	18.5

Figura 4. Contenido de cenizas (g/kg MS) de la biomasa de residuos poscosecha obtenida de tres especies de altramuz europeo cultivadas en dos localidades. Mirandela, barras blancas con puntos negros; Vila Real, barras negras con puntos blancos. Las medias de a y b con diferentes superíndices son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

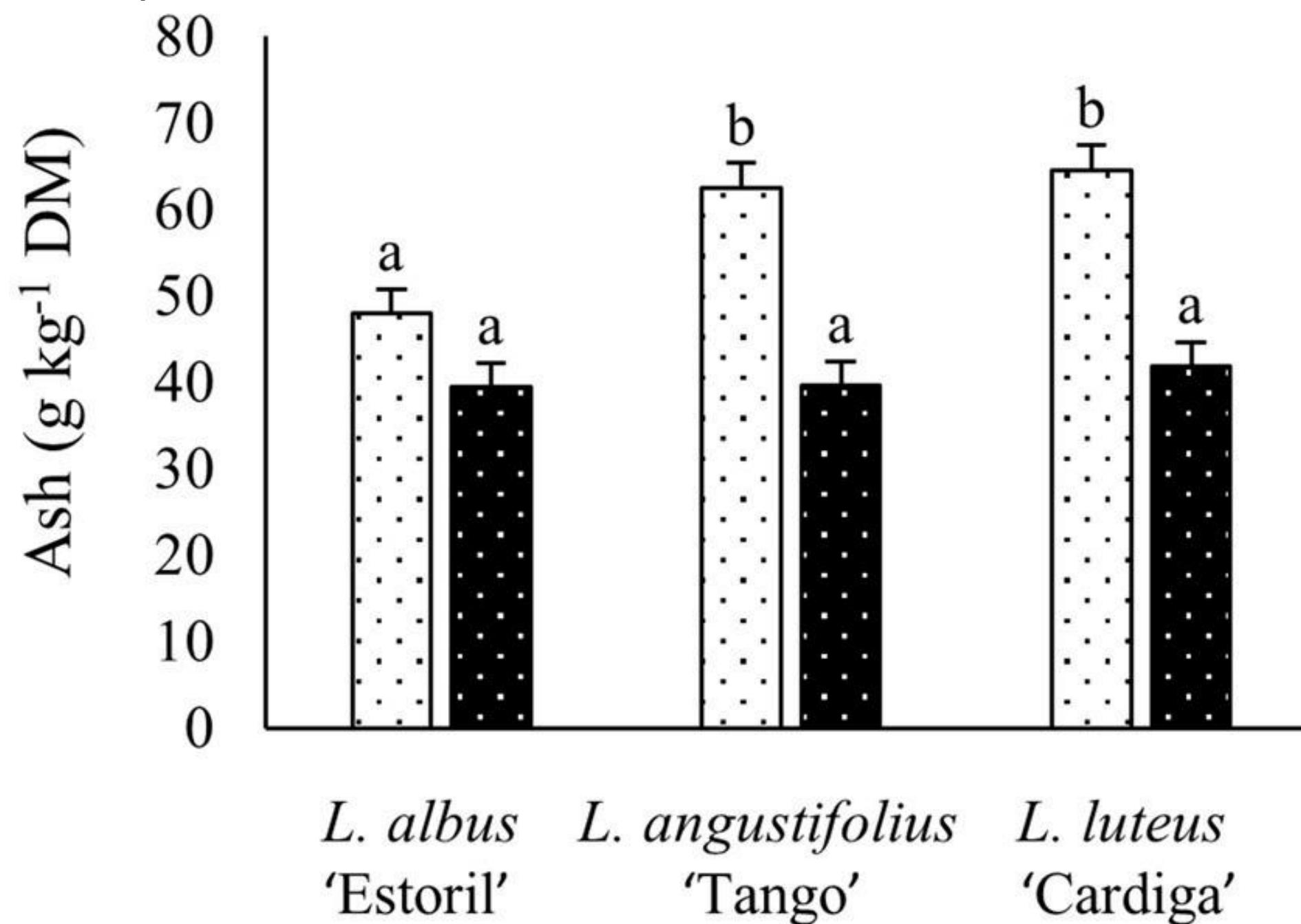
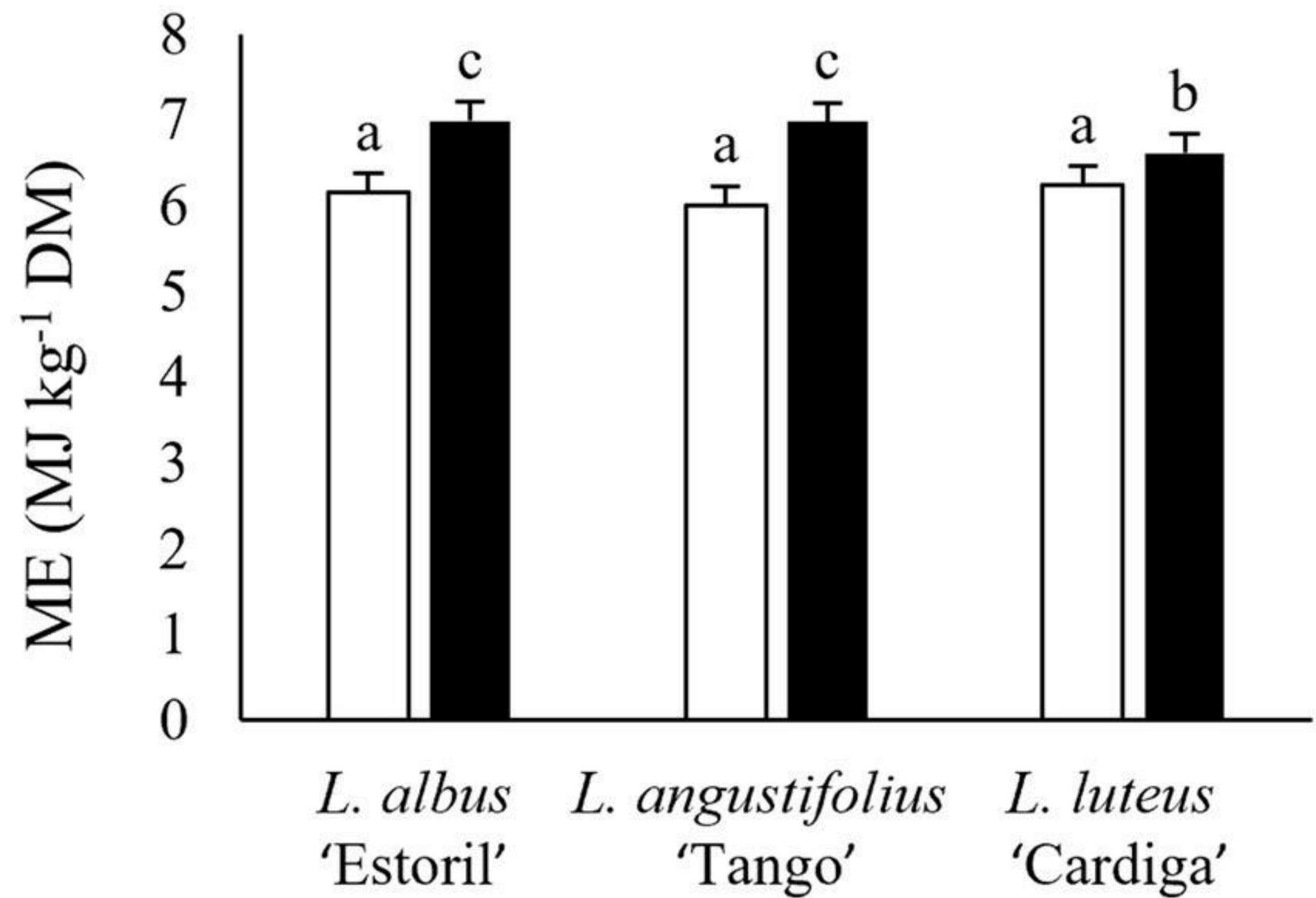


Figura 5. Estimación del contenido de energía metabolizable (EM) (MJ/kg MS) de la biomasa de residuos poscosecha obtenida de tres especies europeas de altramuz. Pajas, barras blancas; vainas, barras negras. Las medias a, b y c dentro de cada panel con diferentes superíndices son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

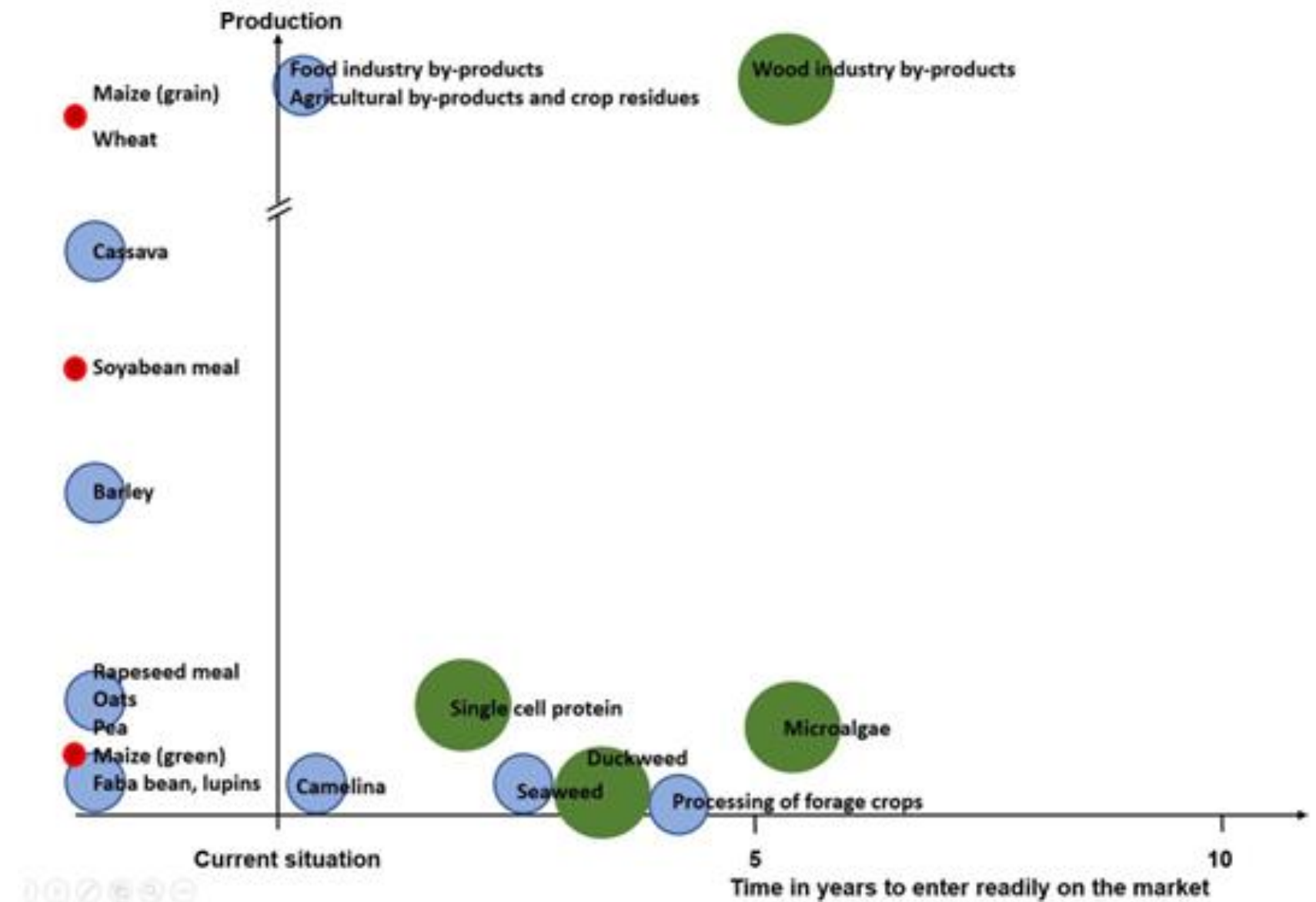


Alternativas

Maíz,
Harina de
Soya

- Cebada
- Yuca
- Alga marina
- Harina de colza
- Guisante
- Lupino
- Avena
- Frijol
- Camelina

- Micro algas
- Subproductos de la industria de la madera
- Lenteja de agua
- Proteína unicelular



Cuadro 3. El efecto de algunas proteínas alternativas en la producción de leche de rumiantes

Species	Alternative protein feed	Control protein feed	SR ¹ (%)	Diet DMI (%)	Milk yield in control (kg/day)	Yield (%) ²				Milk urea (%)	N ³	Ref. ⁴
						Milk	Lactose	Fat	Protein			
Cow	Camelina E	RSM	100	−3	31	4	4	−3	1	−16	1	1
	Faba bean	RSM	50	−3	31 to 32	−2	−2	0	−4	7	2	2
	Faba bean	RSM	100	−4	25 to 35	−6	−5	−2	−7	13	5	2 to 5
	Faba bean	SBM	40	−1 ⁵	20 to 22	0	1	−3	−1	−10	2	6
	Faba bean	SBM	100	−1	27	0	1	−3	−1	−10	1	7
	Lupin, blue	RSM	50	−1	31	−4	−3	0	−2	−5	1	8
	Lupin, blue	RSM	100	−4	31 to 35	−6	−3	2	−6	2	2	4,8
	Lupin, white	SBM	100	−1	26 to 38	0	1	−1	−3	3	5	9 to 11
	Lupin, yellow	SBM	100	−5	32	−6	−5	0	−9	nr ⁶	1	12
	Pea	RSM	50	−1	24	−2	−2	1	−3	2	1	13
	Pea	RSM	100	−3	24 to 25	−6	−6	−5	−7	12	2	5,13
	Pea	RSM−SBM	95	nr	32	−5	nr	6	−2	nr	1	14
	Pea	SBM	33 to 80	4	21 to 35	2	3	3	4	17	5	15 to 17
	Pea	SBM	100	2	21 to 27	2	3	1	3	−2	2	15,18
	Microalgae	RSM	50	−1	23 to 31	0	−1	−1	2	4	3	3,19
	Microalgae	RSM	100	0	23 to 28	−3	−2	−2	−1	3	2	19
	Microalgae	SBM	100	0	30	4	4	11	4	−8	3	20

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen, M., Mapato, C., Ampapon, T., Wanapat, M., & Vanhatalo, A. (2018). Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects.. Animal : an international journal of animal bioscience, 12 s2, s295-s309. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002252>

Cuadro 3. El efecto de algunas proteínas alternativas en la producción de leche de rumiantes

Species	Alternative protein feed	Control protein feed	SR ¹ (%)	Diet DMI (%)	Milk yield in control (kg/day)	Yield (%) ²				Milk urea (%)	N ³	Ref. ⁴
						Milk	Lactose	Fat	Protein			
Sheep	Camelina E	RSM	50 to 60	nr	1.2	11	−1	−6	−2	nr	2	21,23
	Camelina E	RSM	100	nr	1.2	8	−1	−14	−1	nr	1	21
	Camelina S	SBM	50	−2	0.7 to 0.8	7	8	11	6	nr	2	23
	Faba bean	SBM	100	2	0.7 to 0.8	−1	2	−1	2	nr	2	24,25
	Lupin, white	SBM	100	−5	1.4	5	8	3	1	−2	1	26
	Pea	SBM	100	−2	0.7 to 0.8	9	12	7	4	−2	2	24,25
	Pea	SBS–SFM	100	−5	1.0	4	3	6	8	nr	1	27
Goat	Faba bean	CS	100	0	1.1	−2	−11	−11	0	nr	1	28
	Faba bean	WLS	100	3	1.6	1	−2	−3	0	nr	1	29

E = expeller; S = seed; DMI = dry matter intake; CS = cottonseeds; RSM = rapeseed meal; SBM = soya bean meal; SBS = soya bean seeds; SFM = sunflowerseed meal; WLS = white lupin seeds.

¹Isonitrogenous substitution rate (SR) of control protein feed by alternative protein feed.

²Change (%) due to alternative protein feed compared to control protein feed.

³Number of diet comparisons.

⁴References shown in Supplementary Table S2.

⁵Concentrate intake.

⁶Not reported.

Cuadro 4. El efecto de algunas proteínas alternativas en la ganancia diaria de peso de rumiantes

Species	Alternative feed	Control feed	SR ¹ (%)	Diet DM ²	ADG ²	Main findings	Ref. ³
Beef steers	Camelina meal	Soya bean meal	100	Dec	–	Camelina increased plasma 18:3n-3 concentration and lessened the acute-phase protein reaction	1
Dairy heifers	Camelina meal	Linseed meal	100	–	–	Camelina decreased plasma insulin concentration. Camelina had no major effect on CP or NDF total tract digestibility or rumen fermentation except for higher ammonia relative to other treatments	2
		Distillers dried grains with solubles	100	–	–		
Sheep	Camelina expeller	Rapeseed meal	50	nr	nr	Camelina increased muscle ω 11 18:1, ω 11 18:2 and n-3 fatty acid content, but had no effect on 18:0 or ω 9 18:1	3
Beef bulls	Lupin (blue) seeds	Rapeseed meal	100	Dec	Dec	Carcass weight and dressing percentage were the highest for rapeseed. Protein source had no effect on carcass classification or gross chemical composition. Muscle fatty acid profile was similar for lupin and soya bean diets, but on rapeseed diet muscle ω 11 18:2 and 18:3n-3 contents were higher	4
		Soya bean meal	100	–	–		
Beef bulls	Lupin (white) seeds	Soya bean seeds and meal	100	–	–	Main slaughtering and sectioning characteristics were equal. Lupin diet reduced fatness. Quality traits of meats were comparable in terms of colour, tenderness and chemical and fatty acid profile as well as post slaughtering pH	5
Beef bulls	Faba bean-cereal silage	Grass silage	100	–	–	Replacing grass silage with grain legume-cereal whole crop silages had no remarkable effect on carcass characteristics, meat quality, fatty acid profile or sensory score	6
	Pea-cereal silage		100	–	–		

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Rinne, M., Lamminen, M., Mapato, C., Ampapon, T., Wanapat, M., & Vanhatalo, A. (2018). Review: Alternative and novel feeds for ruminants: nutritive value, product quality and environmental aspects.. Animal : an international journal of animal bioscience, 12 s2, s295-s309. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002252>



LIMITACIONES DE LOS SUBPRODUCTOS

Figura 6. Relación entre el contenido total de fenoles de subproductos naturalmente ricos en polifenoles (BPRP) (expresado en g/kg MS) y el consumo de materia seca (CMS, expresado en kg/d) en ovejas (◊) y cabras (●) (cabras: [40,93,94,107]; ovejas: [16,17,90,91]).

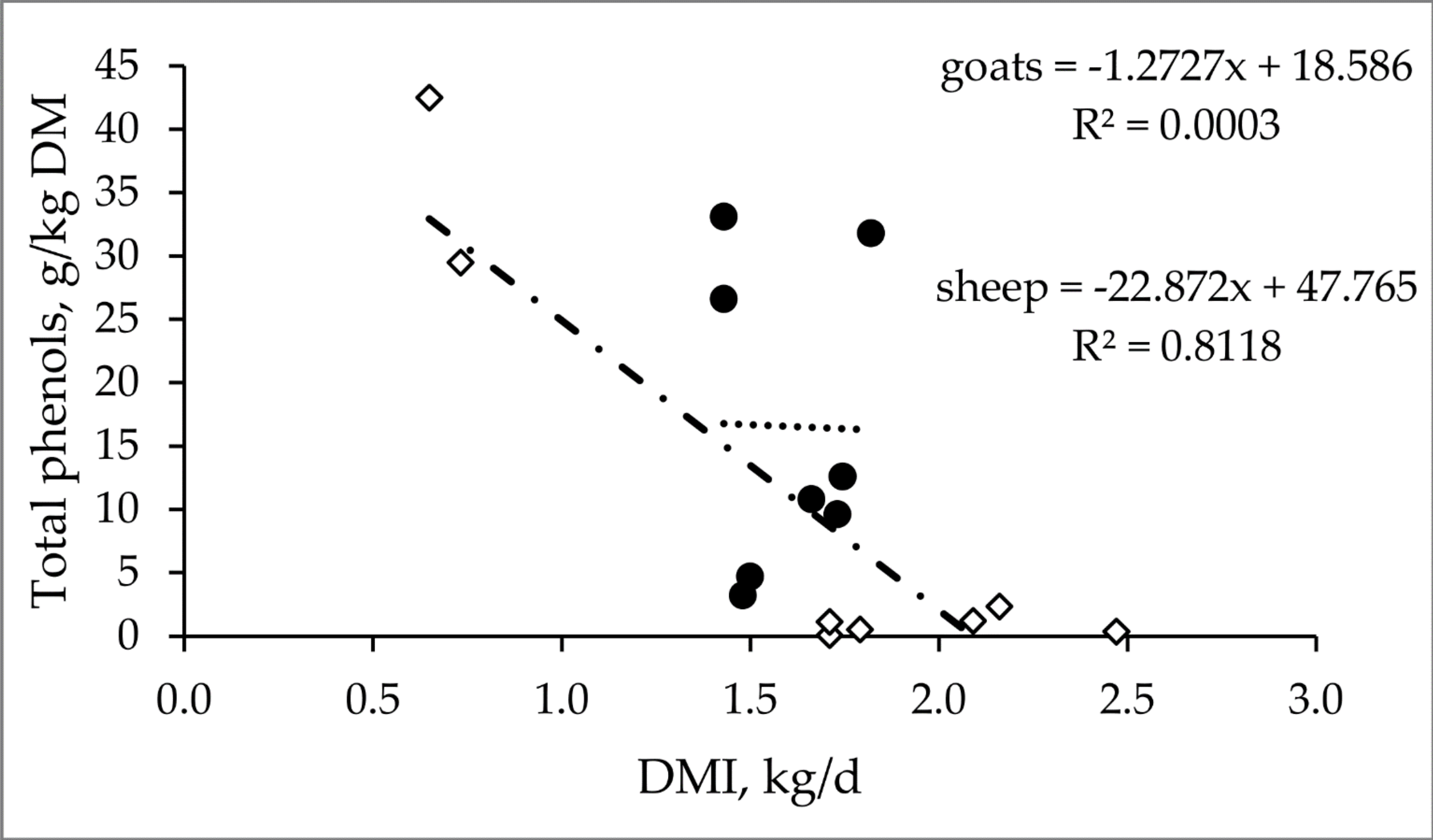
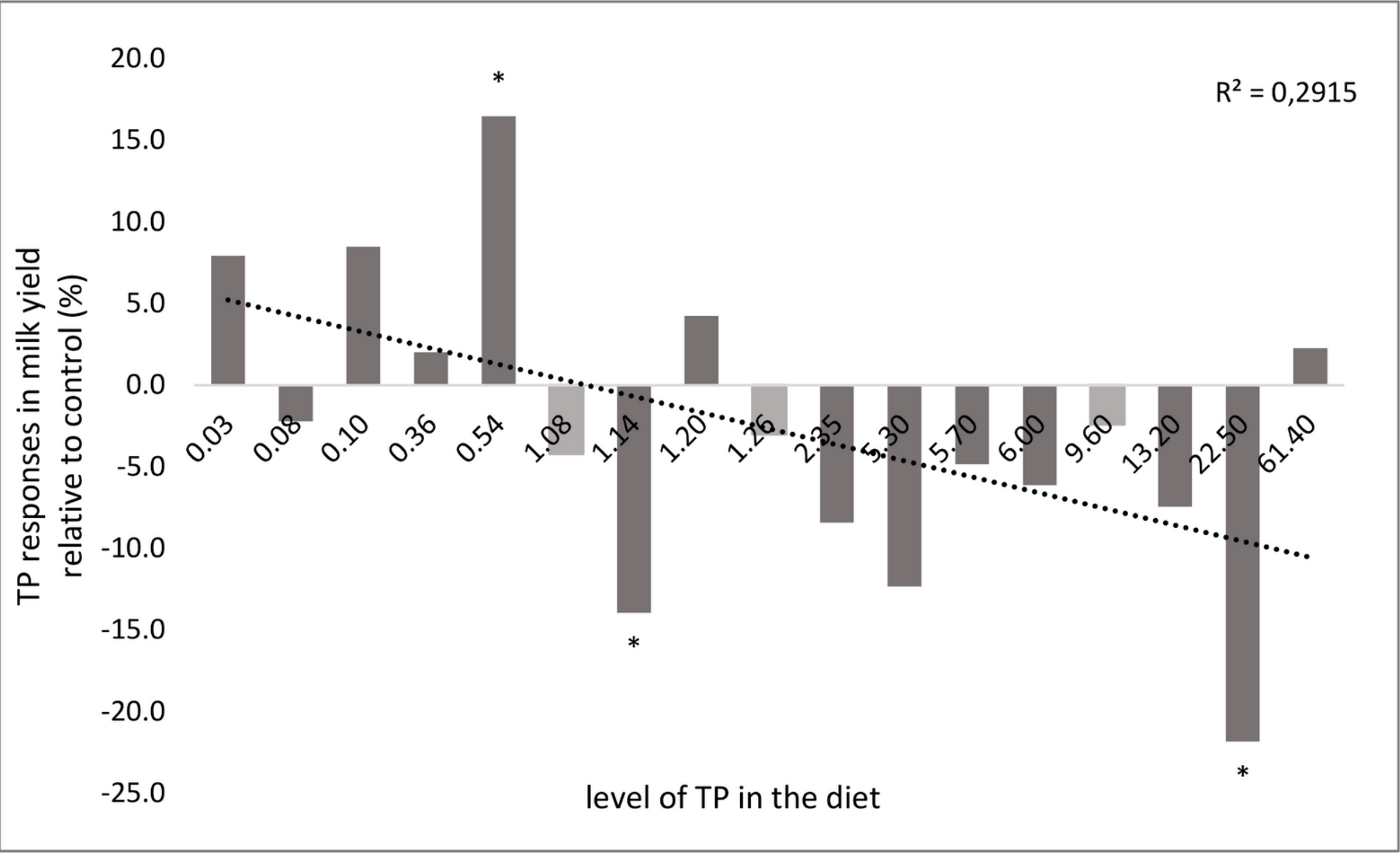


Figura 7. Efecto de la concentración total de polifenoles (PT) en la dieta sobre la producción de leche de ovejas (gris oscuro) y cabras (gris claro) calculada como porcentaje del aumento o disminución en comparación con el grupo control; * indica una diferencia significativa ($p < 0,05$) en comparación con el grupo control.



RECURSOS LOCALES



ENSILAJE

“

Es una técnica recomendada para su conservación y aprovechamiento eficiente.

“

La combinación de estos residuos con forrajes secos o el uso de inoculantes biológicos puede mejorar la calidad nutricional y la estabilidad del ensilado



Alternativas al maíz como fuente de energía



- El maíz es costoso y muy demandado por otros sectores (alimentos y biocombustibles)
- Se evaluaron tres alternativas de carbohidratos no fibrosos (CNF):
 - Sorgo (*Sorghum vulgare*): 71,3 % de almidón, mayor proteína que el maíz, menor digestibilidad
 - Yuca (*Manihot esculenta*): 65–85 % de CNF; mejora la eficiencia alimenticia (EA) en reemplazo del maíz
 - Pulpa cítrica (*Citrus sp.*): rica en azúcares y pectinas; puede mejorar la salud ruminal y la utilización del alimento



Resultados del estudio

Producción de leche: No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$), aunque la tendencia fue mayor con yuca (33,54 L/día) y menor con pulpa cítrica (30,63 L/día).

Eficiencia alimenticia: Similar entre tratamientos (1,51–1,66 L/kg MS).

Los tratamientos con yuca y maíz presentaron mejor relación costo/beneficio.



Ensilaje de Mango



Incrementa el contenido proteico de la dieta no afecta el pH ruminal y mejora consumo de MS

Cuadro 5. Composición de los tratamientos

Parameters	T0	T1	T2	T3
Wet base ingredient (g/kg)				
Ground corn kernels	50	38	30	22
Mango waste silage	0	30	45	60
Pangola grass hay	32	14	7	0
Soybean paste	14	14	14	14
Sodium bicarbonate	2	2	2	2
Mineral salt*	2	2	2	2
Chemical composition (g/kg DM)				
DM	954	792	713	616
OM	933	919	927	892
CP	129	136	133	141
NDF	393	330	393	276
ADF	186	173	196	116
Hemicellulose	207	156	196	160
Ash	66	80	72	107

Cuadro 6. Pruebas *in vitro* de dietas completas para terneros con cantidades crecientes de ensilaje de desecho de mango

Parameters	T0	T1	T2	T3	SEM	Tukey test	Linear	Quadratic
Production of biogas and methane <i>in vitro</i> (mL/g DM)								
Partial biogas 0–24 h	167.0 ^a	161.9 ^a	148.5 ^b	149.6 ^b	1.61	<0.0001	<0.0001	0.1389
Partial biogas 24–48 h	36.1 ^{ab}	36.9 ^a	33.8 ^b	34.2 ^{ab}	0.41	0.0189	0.0145	0.7914
Partial biogas 48–72 h	20.3 ^b	23.2 ^b	29.2 ^a	23.4 ^b	0.79	0.0002	0.0089	0.0015
Biogas accumulated at 72 h	223.4 ^a	222.0 ^a	211.5 ^b	207.3 ^b	1.54	<0.0001	<0.0001	0.5404
Partial methane 0–24 h	35.8 ^b	41.5 ^a	36.2 ^{ab}	38.0 ^{ab}	0.77	0.0271	0.8368	0.1752
Partial methane 24–48 h	10.6 ^a	9.0 ^a	11.2 ^a	10.2 ^a	0.35	0.1362	0.8028	0.6423
Partial methane 48–72 h	5.2 ^a	5.6 ^a	3.9 ^a	5.2 ^a	0.30	0.1682	0.4722	0.4292
Methane accumulated at 72 h	51.7 ^a	56.2 ^a	51.3 ^a	53.4 ^a	0.95	0.258	0.9815	0.5353
Metabolizable energy (Mcal/kg DM)	1.78 ^a	1.76 ^a	1.67 ^b	1.69 ^b	0.01	<0.0001	<0.0001	0.1142
pH	6.61 ^{ab}	6.62 ^a	6.56 ^{bc}	6.56 ^c	0.008	0.0047	0.0012	0.741
Ammonia nitrogen (mg/dL)	3.61 ^a	4.03 ^a	4.16 ^a	4.16 ^a	0.369	0.7684	0.3574	0.632
Degradation (g/kg)								
DM	746 ^a	755 ^a	745 ^a	768 ^a	1.46	0.0586	0.0457	0.2348
NDF	593 ^a	542 ^a	619 ^a	530 ^a	1.94	0.0716	0.3045	0.4174
ADF (%)	598 ^a	582 ^{ab}	625 ^a	480 ^b	0.20	0.0108	0.0175	0.0246
A (mL/g MS)	203.6 ^a	199.2 ^a	187.2 ^b	185.4 ^b	1.588	<0.0001	<0.0001	0.5417
k (h)	3.149 ^a	3.050 ^{ab}	2.892 ^b	2.891 ^b	0.030	0.0014	0.0002	0.3309
b (mL/h)	0.164	0.172	0.159	0.167	0.002	0.2419	0.8481	0.9009

Cuadro 7. Pruebas *in vivo* de dietas completas para terneros con cantidades crecientes de ensilaje de desecho de mango

Parameters	T0	T1	T2	T3	SEM	Tukey test	Linear	Quadratic
Intake (kg/day)								
DM	7.3	8.2	9.2	9.0	0.554	0.066	0.018	0.264
OM	7.0	7.8	8.9	8.3	0.515	0.073	0.032	0.134
CP	0.9 ^b	1.2 ^{ab}	1.3 ^{ab}	1.3 ^a	0.082	0.031	0.007	0.256
NDF	2.6 ^b	2.8 ^b	3.7 ^a	2.5 ^b	0.216	0.005	0.379	0.005
ADF	1.1 ^b	1.5 ^{ab}	1.8 ^a	1.1 ^b	0.12	0.0022	0.536	0.0006
Apparent digestibility (g/kg)								
DM	730	897	747	918	3.55	0.083	0.123	0.97
OM	748	907	770	921	3.45	0.127	0.159	0.937
CP	739	904	796	917	3.25	0.191	0.153	0.721
NDF	670 ^a	848 ^b	669 ^a	867 ^b	3.20	0.047	0.11	0.85
ADF	594 ^a	826 ^b	596 ^a	813 ^b	3.65	0.026	0.11	0.885
Hemicellulose	738	873	742	906	2.86	0.105	0.139	0.777
Ruminal characteristics								
pH	6.42	6.62	6.57	6.57	0.083	0.798	0.563	0.538
Total protozoa (10 ⁶ cells/mL)	3.8	3.0	3.8	3.8	0.066	0.888	0.846	0.649
Total bacteria (10 ⁹ cells/mL)	4.9	5.5	5.1	4.6	0.319	0.836	0.73	0.45
CB (10 ⁷ cells/mL)	4.5	0.6	3.5	3.4	1.02	0.768	0.96	0.513
N-NH3 (mg/dL)	6.93	5.08	3.81	5.09	0.683	0.436	0.271	0.259
Cellulase (mU/mL)	11.14	12.09	12.94	15.1	0.675	0.193	0.048	0.617
VFA (mmol/L)	41.79	42.77	42.58	41.66	0.997	0.977	0.832	3.596
Acetate (mmol/L)	29.55	30.11	30.30	26.15	0.581	0.370	0.347	2.065
Propionate (mmol/L)	6.74	6.60	6.14	6.45	0.976	0.774	0.832	0.528
Butyrate (mmol/L)	5.50	6.06	6.14	9.07	0.558	0.241	0.544	1.356
Acetate/propionate ratio	4.4	4.8	4.8	4.2	0.741	0.794	0.324	0.184

¿Y en CR dónde buscar mango de desecho?

- Mexifrutas Limón
- Manga Rica S.A. Guanacaste
- Frutas Doña Mara Pérez Zeledón
- Mamirmi San Carlos



Cuadro 8. Concentración de nutrientes (%) en residuos de frutas y verduras

Substrate	DM	Moisture	CP	Ash	OM
Carrot	9.98	90.02	5.98	6.76	93.24
Banana	12.81	87.19	6.50	16.95	83.05
Pineapple	14.13	85.87	6.20	4.87	95.13
Papaya	12.23	87.77	11.66	9.91	90.09
Orange	24.14	75.86	4.33	8.85	91.15
Vegetable waste	5.59	94.41	6.95	8.94	91.06

DM=Dry matter; CP=Crude protein; Ash=Ashes; OM=Organic matter.

Cuadro 9. Propuesta para realizar ensilaje a partir de residuos de frutas y hortalizas y aumentar la proporción de MS

Substrate	As feed (%)	DM (%)	CP (%)
Carrot	7.20	0.72	0.43
Banana	1.60	0.20	0.10
Pineapple	2.40	0.34	0.15
Papaya	1.60	0.20	0.19
Orange	6.00	12.68	2.60
Vegetable waste	7.20	0.40	0.50
Cereal stubble	20.00	17.20	1.20
Total	100.00	31.74	5.38

Figura 8. Residuos de frutas y verduras generados en el establecimiento comercial “Sandwichon” en Pachuca, Hidalgo, México



Pulpa de café en lechería de Costa Rica



Larga tradición cafetalera → Alta calidad

Cosecha 2019–2020 → 1.9 millones fanegas

→ Zona de Los Santos 40% (ICAFE, 2021)

Proceso genera dos residuos principales:

- Pulpa de café
- Aguas residuales

Impactar
negativamente
el ambiente

SOSTENIBILIDAD Y APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS

 Tecnologías más sostenibles y reducir el impacto ambiental

- Entre las estrategias destacan:
 - Reducción del uso de agua
 - Aprovechamiento alternativo
- La pulpa de café ha sido propuesta como:
 - Alimento para animales
 - Opción emergente para alimentación humana

Mayor interés en este subproducto por su bajo costo y valor nutricional



↓ costos de
alimentación animal



Objetivo: Evaluar el efecto de la pulpa de café deshidratada sobre el rendimiento productivo de vacas lecheras y los costos de alimentación en sistemas de producción bovina especializados.

Tratamientos:

- Control: dieta base de la finca.
- T1: sustitución de 1 kg de cáscara de banano por 1 kg de pulpa de café deshidratada.
- T2: sustitución de 1 kg de alimento balanceado por 2 kg de pulpa de café deshidratada.

Figura 9. Producción de leche por semana de los animales correspondientes a los tres tratamientos evaluados

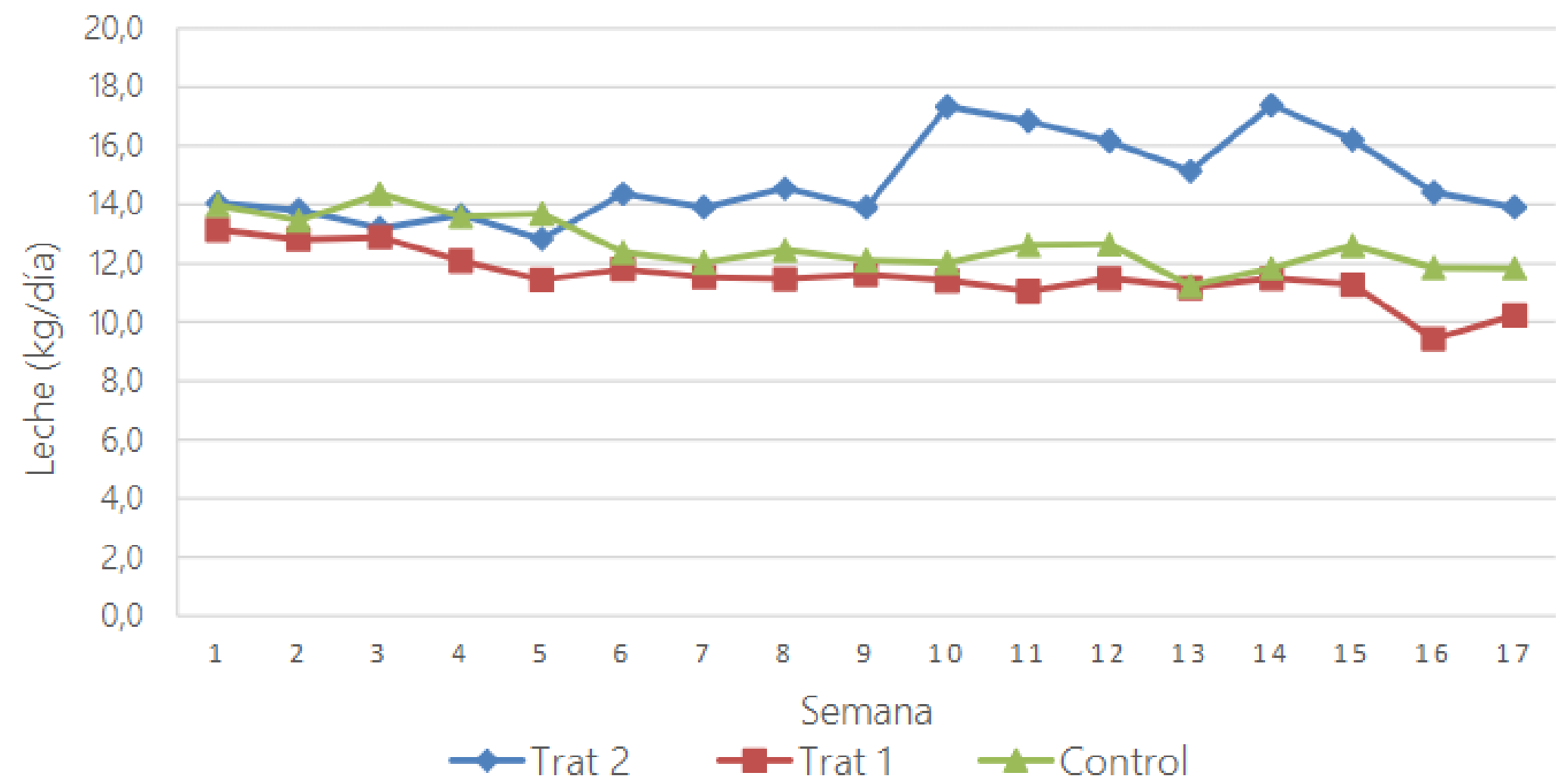
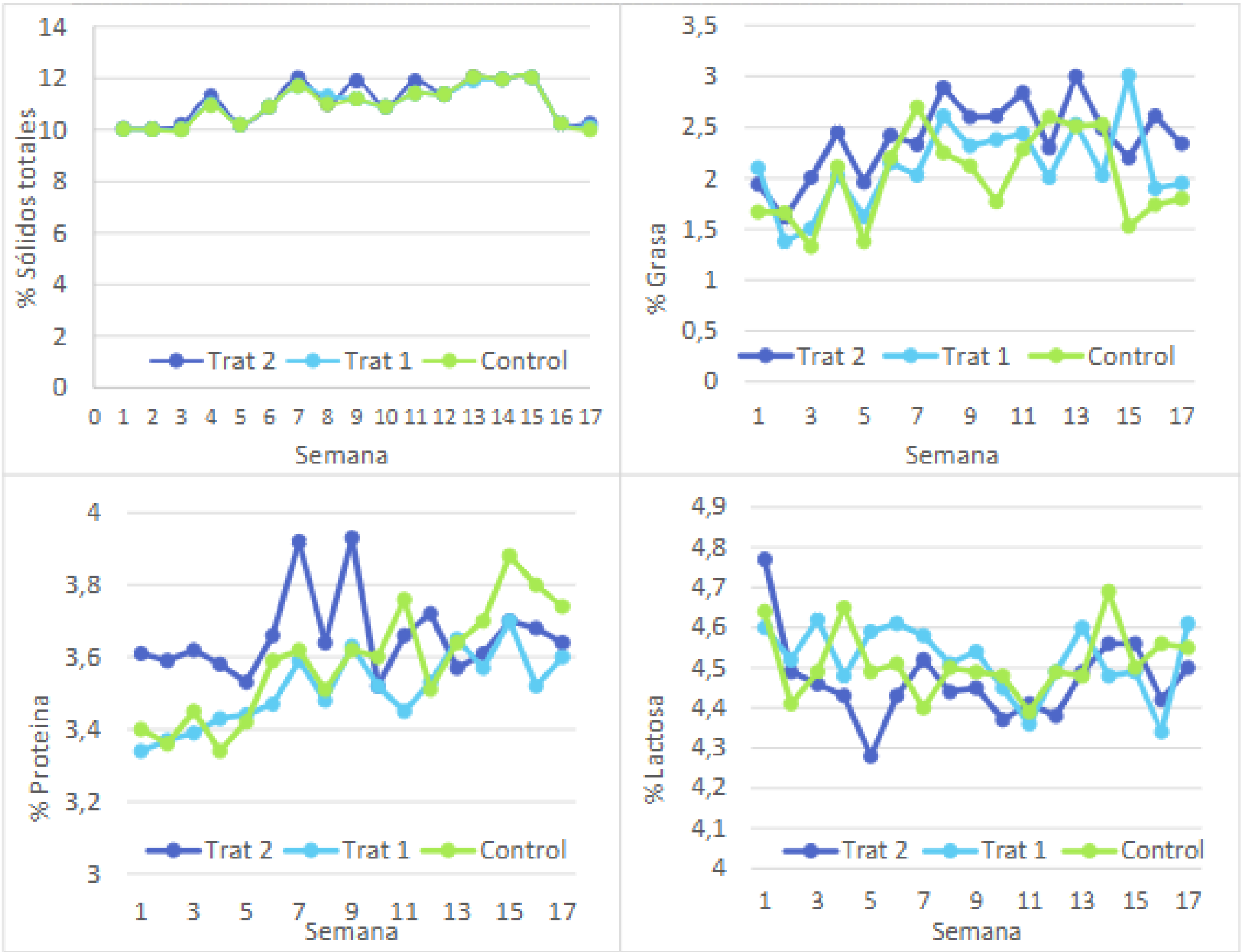


Figura 10. Concentración de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa por semana de la leche producida por los animales correspondientes a los tres tratamientos evaluados



Cáscara de banano maduro

Productores complementan la dieta con residuos agroindustriales



Cáscara de banano maduro



Contaminación
Subproducto energético

➤ En Costa Rica existen 40.630 ha de banano sembradas, y solo 32% de la fruta se utiliza para consumo o procesamiento.



NIVELES DE CASCARA DE BANANO MADURO SOBRE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA MATERIA SECA



Efecto de cuatro niveles de cáscara de banano maduro (CBM) fresca (0, 7, 14 y 21 kg/vaca/día) sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) de los pastos Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) y Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*)

- CBM no afectó la degradabilidad potencial ni el pH ruminal (≈ 5.8)
- ↑ Tasa de degradación ruminal de los pastos en un 15% promedio
- La fracción degradable aumentó (7 kg/día de CBM)
- Niveles mayores no mejoraron más la degradabilidad
- El pH ruminal se mantuvo estable, sin riesgo de acidosis (< 5.5)

Cuadro 10. Composición química de los forrajes, la cascara de banano y el alimento balanceado empleados en el experimento, en base seca

Componentes	Kikuyo		Estrella		Cáscara banano	Concentrado
	30	40	18	21		
	días		días			
Humedad, %	87.5	83.7	83.2	76.2	86.6	12.7
Proteína cruda, %	21.5	19.2	13.1	7.6	10.4	14.0
Extracto etéreo, %	2.9	3.0	3.1	1.5	8.2	2.0
Fibra cruda, %	23.3	23.2	26.2	30.2	14.2	9.0
ELN, %	40.5	43.2	45.8	52.1	54.5	
Cenizas, %	11.6	11.2	11.9	8.4	12.7	6.04
Energía digestible, Mcal/kg						3.0
Calcio, %	0.24	0.24	0.25	0.25	0.37	1.0
Fósforo, %	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.6
FND, %	70.8	75.2	73.8	79.7	50.1	19.9
FAD, %	31.6	36.0	40.5	45.0	42.8	9.4
Hemicelulosa, %	39.2	39.2	33.3	34.7	7.3	
Celulosa, %	27.0	29.6	31.5	34.1	19.1	
Lignina, %	3.7	4.9	5.5	7.8	20.8	
Sílica %	5.5	1.6	3.3	3.2	0.6	
CHOSNE % *					18.55	51.9

*CHOSNE= carbohidratos no estructurales

CÁSCARA DE BANANO MADURO SOBRE LA PRODUCCION LÁCTEA EN GANADO LECHERO

- Impacto de dos niveles de CBM fresca (14 y 21 kg/vaca/día) sobre la producción de leche y sus componentes

Potencial y limitaciones

- Puede ser una buena fuente de energía y carbohidratos solubles para rumiantes
- No es adecuada como fuente principal de proteína
- Aproximadamente 50% del residuo industrial de CBM ya se utiliza empíricamente en ganaderías lecheras



Cuadro 11. Composición de los ácidos grasos de la cascara de banano, como porcentaje del extracto etéreo

Resultados

Tipo de ácido graso	% del extracto etéreo
Saturados	
Láurico (12:0)	0.4
Mirístico(14:0)	1.3
Palmítico (16:0)	30.4
(17:0)	0.8
Esteárico (18:0)	4.2
Mayor de 18	7.02
Total	44.12
Insaturados	
Palimitoleico (16:1)	1.4
Oleico (18:1)	13.2
Linoleico (18:2)	16.8
Linolénico (18:3)	16.4
Total	47.8

- El consumo de materia seca (MS) fue mayor ($p<0.01$) con 21 kg de CBM
- No hubo diferencias significativas en producción de leche
- La producción promedio se mantuvo estable y aumentó ligeramente respecto a la producción inicial (+13.9% y +17.7%)
- Composición de la leche no se vio afectada significativamente
- La digestibilidad y el balance energético fueron adecuados

Efecto de la adición de pollinaza sobre las características nutricionales y fermentativas del ensilado de subproductos agroindustriales

Se evaluó el efecto de la adición de 0, 5, 10, 15 y 20% de pollinaza al subproducto de yuca en el proceso de ensilaje.



Cuadro 12. Composición nutricional (MS) de los materiales previos al proceso fermentativo

Subproducto	*Composición Nutricional											
	MS	PC	EE	Cenizas	FDN	FDA	Hem	Cel	Lignina	CNF	DIVMS	Calcio
Pollinaza	81,03	27,67	2,96	21,62	36,16	17,52	18,64	14,53	2,99	11,59	64,6	3,22
Yuca	34,26	3,33	0,92	2,63	10,51	7,88	2,63	5,84	2,04	82,61	89,7	0,21

*Valores expresados en base seca.

Cuadro 13. Composición nutricional del ensilado de yuca con 5 niveles de adición de pollinaza

Nutrimento*	% de inclusión de pollinaza**					Pr<F
	0	5	10	15	20	
MS	32,60e	34,00d	37,24c	39,15b	41,53a	0,0001
PC	3,45e	6,57d	9,13c	11,24b	13,49a	0,0001
EE	0,86c	2,10b	3,92a	4,08a	3,26a	0,0001
Ce	2,64e	5,00d	7,04c	8,69b	10,90a	0,0001
FDN	8,90d	11,77c	13,38b	14,15b	16,98a	0,0001
FDA	7,13d	9,10c	9,92b	10,48b	12,50a	0,0001
Lig	1,75ab	1,90a	1,88a	1,57b	1,90a	0,0488
Hem	1,78d	2,67c	3,46b	3,68b	4,48a	0,0001
Cel	5,38e	7,20d	8,04c	8,91b	10,60a	0,0001
CNF	84,15a	74,56b	66,53c	61,83d	55,37e	0,0001
DIVMS	91,90a	88,57b	87,40b	85,10c	83,60c	0,0001
Ca	0,17e	0,52d	0,88c	1,22b	1,57a	0,0001

*Valores expresados en base seca.

**Medias con letra distinta dentro de una misma fila son estadísticamente diferentes.

Cuadro 14. Características fermentativas del ensilado de yuca con distintos niveles de pollinaza

Parámetro**	% de inclusión de pollinaza*					Pr<F
	0	5	10	15	20	
pH	4,53ab	4,63a	4,30c	4,38bc	4,60a	0,001
N-NH3	1,45d	2,70c	3,12c	6,45b	8,23a	0,0001
CA	141,50c	174,80b	149,94c	204,68a	219,38a	0,0001
EO	1,60a	1,56a	1,37a	1,00b	1,00b	0,001

Medias con letra distinta dentro de una misma fila son estadísticamente diferentes.
**N-NH3 = nitrógeno amoniacal como porcentaje del nitrógeno total; CA = capacidad amortiguadora mEq NaOH.100g⁻¹MS.
EO = Evaluación Organoléptica.

- Evaluación organoléptica
- Ensilado con 10% de pollinaza presentó el mejor equilibrio
- Material altamente digestible y estable, apto como suplemento energético
- Balancear la dieta con fuentes de fibra

Utilización del pejibaye (*Bactris gasipaes*)

🌿 Sustitución del maíz y sorgo

- La harina de pejibaye puede sustituir parcial o totalmente el maíz o sorgo

🔥 Importancia del tratamiento térmico:

- Es esencial aplicar tratamiento térmico (más de 100 °C por 20 min)

🌱 Consideraciones sobre la fibra

- Es necesario controlar la fibra en la dieta, ya que el exceso de partes fibrosas del racimo reduce el valor alimenticio

💰 Relevancia económica



Cuadro 15. Ganancias de peso y rendimiento en canal de toros alimentados con ensilaje de pulpa de pejibaye suplementado con una fuente proteica

Parámetro	Fuente Proteína		
	Control	Pollinaza	Urea
Ganancia de peso 112 días, (Kg/día)	0,719 b	1,034 a	1,021 a
Peso en canal, (Kg)	261,5 b	289,8 a	285,9 a
Rendimiento en canal (%)	58,0 a	59,0 a	57,3 a

*a,b,c Cifras con diferente letra difieren significativamente ($P < 0,05$).
Arroyo, Rojas, Rosales, 1999.*

Cuadro 16. Composición química del pejibaye y de diferentes componentes de la fruta para variedades rojas y amarillas

Descripción de la muestra	Humedad	Proteína	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno
Variedad roja entera	55,6	4,3	11,9	3,2	2,2	78,5
Variedad amarilla entera	61,0	6,3	14,8	5,9	2,5	70,3
Pulpa variedad roja	56,1	5,5	10,0	1,2	2,1	81,2
Pulpa variedad amarilla	63,1	6,4	17,9	1,3	2,8	71,5
Coquito variedad roja	46,8	5,8	14,5	17,4	2,4	59,9
Coquito variedad amarilla	46,3	7,1	14,3	20,1	2,4	56,0
Mezcla variedad amarilla incluyendo raquillas	66,1	6,3	8,9	7,6	3,2	74,0

Murillo et al, 1983

Cuadro 17. Contenido de aminoácidos esenciales del fruto entero de pejibaye y del maíz amarillo (% M.S. total)

Aminoácido	Pejibaye	Maíz amarillo
Arginina	0,29	0,30
Glicina	0,27	0,40
Histidina	0,09	0,20
Isoleucina	0,16	0,40
Leucina	0,28	1,10
Lisina	0,21	0,20
Metionina	0,08	0,18
Fenilalanina	0,14	0,41
Treonina	0,18	0,40
Tirosina	0,14	0,41
Valina	0,19	0,40
Proteína	5,1	8,6

Zumbado y Murillo, 1984

Uso de Pulpa de Cítricos

Figura 11. Pulpa de cítricos (fresca y peletizada) utilizada en la alimentación animal en Costa Rica



Cuadro 18. Composición nutricional de la pulpa de cítricos utilizada en alimentación animal en Costa Rica

Nutriente	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio
Materia seca, %	82,40	97,00	86,70
Proteína cruda, %	4,90	14,00	7,00
Extracto etéreo, %	1,70	6,00	3,60
Fibra cruda, %	10,00	15,80	13,20
Cenizas, %	4,10	12,50	7,20
Calcio, %	0,30	4,20	2,20
Fósforo, %	0,01	0,75	0,15
ED Bovinos, Kcal/kg	2861,00	3358,00	3217,00
EM Aves, Kcal/kg	1114,00	2576,00	2192,00
EM Cerdos, Kcal/kg	2068,00	3147,00	2943,00

ED: energía digestible. EM: energía metabolizable.
Adaptado de Mata (2011).

Uso de los subproductos del cultivo de piña

La piña (*Ananas comosus*)



Tercera fruta tropical
más importante del
mundo



Filipinas, Brasil, Costa Rica,
Tailandia y China producen
más del 55% del total.



Cultivo ha generado una gran cantidad
de subproductos agroindustriales
(planta entera, rastrojos, coronas,
tallos, cáscaras, pulpa y corazones)

1 hectárea



200 - 250 toneladas
de material verde

Cuadro 19. Composición nutricional de la planta de la piña según la parte analizada y el estado del material. San José, Costa Rica, 2011.

Parte de la planta	Composición nutricional*											
	MS	PC	FDN	FDA	Celu- losa	Hemice- lulosa	Ligni- na	CNF	Ceni- zas	NDT	EN _L	EN _G
	(%)									(%)	(Mcal/kg MS)(3X)	
Observaciones	175	177	150	148	42	53	91	114	140	50	46	46
Planta entera	25,2bc	7,6bc	60,8ab	34,7b	37,7b	29,9a	6,6bc	21,9bc	7,3bc	63,8ab	1,39a	0,92a
Rastrojo	15,0c	10,1ab	53,4bc	32,6b	25,8c	17,3b	3,4c	24,7bc	9,5b	62,8ab	1,37abc	0,82ab
Corona	17,0bc	11,0a	59,3ab	35,5b	59,0a	17,5b	3,3c	22,8bc	7,9bc	66,6a	1,44ab	0,91a
Tallo	30,2b	3,7de	46,2c	20,7c	-	-	5,3bc	45,9a	3,4de	-	-	-
Raíces	59,1a	2,5e	70,9a	60,6a	-	-	17,5a	10,2c	15,9a	-	-	-
Cáscara y pulpa	29,5bc	8,2abc	53,9ab	34,3b	22,2c	27,7a	4,7bc	17,6c	8,8bc	60,2b	1,33bc	0,85bc
Pulpa	51,9a	5,9cd	53,2bc	23,7c	25,4c	29,5a	5,3bc	12,2c	3,0de	-	-	-
Cáscara	26,6bc	6,9bcd	54,8bc	20,8c	10,1d	5,8c	7,8b	37,5ab	5,2cd	59,2b	1,31c	0,71c
Corazón	21,9bc	2,1e	-	-	-	-	-	-	0,7e	-	-	-
Estado del material												
Seco	78,9a	6,2c	64,5a	29,8c	27,0a	32,6a	7,3a	18,2a	5,2c	61,7a	1,36a	0,78ab
Ensilado	15,7b	10,0a	57,1b	34,6a	25,7a	17,1b	3,6b	23,3a	9,9a	63,3a	1,38a	0,83a
Fresco	15,4b	9,1b	56,7b	32,4b	24,2a	17,6b	4,9b	22,9a	7,8b	61,1a	1,35b	0,74b

* MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácida, CNF= carbohidratos no fibrosos, NDT= nutrientes digestibles totales, EN_L= energía neta para lactancia; EN_G= energía neta para ganancia.
Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente (p<0,05).

Cuadro 20. Perfil nutricional del ensilado de cáscara de piña con diferentes cantidades de inclusión de urea y heno en diferentes tiempos de muestreo.

Tratamiento	Muestreo (meses)	Composición bromatológica (%)							
		MS	PC	Cen	FDN	FDA	Lig	Cel	Hem
1	2	14,21	7,58	8,81	51,48	38,68	11,78 ^b	26,90	12,80
	4	13,13	7,84	9,98	57,31	42,10	7,52 ^a	34,58	15,20
	6	14,44	7,58	8,89	54,81	40,55	7,70 ^a	32,85	14,26
2	2	16,36	6,23	8,28	53,90 ^a	40,89	5,42	35,47	13,01
	4	15,97	7,10	8,06	53,87 ^a	40,29	6,54	33,76	13,58
	6	18,22	6,50	8,11	61,26 ^b	42,91	4,30	38,62	18,35
3	2	17,40	7,03	8,03	56,12	40,57	4,94	35,64	15,54
	4	16,32	7,36	8,36	56,04	41,62	5,19	36,43	14,43
	6	19,18	6,21	8,21	64,19	43,64	3,76	39,87	20,55
4	2	16,06	18,31	8,77	47,87	36,72	11,56 ^{ab}	25,16	11,15
	4	16,46	18,96	8,63	49,67	37,61	14,62 ^b	22,99	12,06
	6	16,29	17,92	8,48	52,01	37,34	9,94 ^a	27,40	14,67
5	2	16,77	20,25	8,68	49,43	37,46	8,98 ^b	28,48	11,97
	4	17,50	20,98	8,80	54,76	38,68	5,32 ^a	33,36	16,08
	6	17,55	20,22	8,45	53,15	38,59	4,43 ^a	34,16	14,56
6	2	16,68	17,34	8,48	51,54 ^a	38,01	8,64 ^c	29,36 ^a	13,53
	4	17,84	17,60	8,54	51,10 ^a	38,18	6,74 ^{ab}	31,44 ^a	12,92
	6	14,54	16,68	8,42	65,64 ^c	46,45	4,69 ^a	41,76 ^b	19,20

^{abc} Letras diferentes en la misma columna dentro de cada tratamiento indican diferencia significativa (P<0,05). MS= materia seca, PC= proteína cruda, Cen= cenizas, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido, Lig= lignina, Cel= celulosa, Hem= hemicelulosa.

Cuadro 21. Composición nutritiva de los ensilajes de desechos de piña con pollinaza (Base seca).

	Nivel de inclusión de pollinaza(%)				DE (±)	Tendencia	Significancia
	0	10	20	30			
Materia seca (%)	10,27	12,97	15,67	18,91	0,37	Lineal	0,001
Proteína cruda (%)	7,72	10,28	11,60	12,33	0,24	Lineal	0,04
Extracto etéreo(%)	2,32	2,04	1,65	1,58	0,28	Lineal	0,04
Fibra Detergente Neutro (%)	67,08	65,02	61,19	59,88	2,46	Lineal	0,02
Carbohidratos no estructurales (%)	18,46	14,72	13,79	12,34	2,73	Lineal	0,05
Fibra Detergente Ácido (%)	35,39	35,46	36,13	36,93	0,83	Lineal	0,05
Hemicelulosa (%)	31,69	29,57	25,07	22,95	2,31	Lineal	0,01
Celulosa (%)	32,19	30,13	29,52	28,81	0,73	Lineal	0,05
Lignina (%)	1,95	3,89	5,06	6,40	0,95	Lineal	0,01
Sílice (%)	0,33	0,43	0,62	0,77	0,14	Lineal	0,01
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (%)	82,30	78,60	71,10	70,37	1,66	Lineal	0,04

Gutiérrez, F., Bourrillón, A. R., Dormond, H., Poore, M., & Jones, R. W. C. (2003). Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. *Agronomía costarricense*, 27(1), 79-89.

Conclusiones

Mejoramos la sostenibilidad

Reducimos los costos

Minimizamos el impacto ambiental



¡MUCHAS GRACIAS!

“
ANEXOS

Anexo 1. Composición química de los coproductos del fruto (% MS)

Co-products	CP	NDF	ADF	ADL	EE	Ash	NSC	References
<i>Citrus spp pulp</i>								
dried orange	7.95	12.3	10.4	–	3.04	5.22	–	Lashkari and Taghizadeh Citation2013
dried lemon	8.65	17.7	15.1	–	2.87	5.90	–	Lashkari and Taghizadeh Citation2013
dried grapefruit	9.14	16.7	13.1	–	2.38	5.87	–	Lashkari and Taghizadeh Citation2013
dried lime	8.75	17.5	14.5	–	2.74	8.12	–	Lashkari and Taghizadeh Citation2013
dried tangerine	6.64	11.4	8.48	–	2.64	5.57	–	Lashkari and Taghizadeh Citation2013
dried orange	7.90	22.4	15.3	–	1.80	4.7	–	Paya et al. Citation2012
dried lemon	6.60	20.9	16.4	–	3.2	5.1	–	Paya et al. Citation2012
dried lemon	7.60	24.7	17.1	0.30	7.70	–	55.8	García-Rodríguez et al. Citation2019
dried orange	9.50	26.5	17.9	0.80	2.55	–	56.8	García-Rodríguez et al. Citation2019
dried clementine	7.30	13.9	9.60	0.20	2.00	–	74.0	García-Rodríguez et al. Citation2019
dried citrus	7.12	22.6	13.9	1.21	3.50	4.90	–	De Blas et al. Citation2018
dried citrus	6.00	19.1	14.6	0.80	1.90	–	67.7	Santos et al. Citation2014
dried citrus	13.3	47.3	30.8	6.53	3.89	14.8	54.2	Brambillasca et al. Citation2013

Anexo 1. Composición química de los coproductos del fruto (% MS)

Co-products	CP	NDF	ADF	ADL	EE	Ash	NSC	References
fresh citrus	6.10	22.0	16.3	–	–	3.52	–	Olivo et al. Citation2017
pellet citrus	1.47	19.10	14.59	6.84	–		68.25	Steyn et al. Citation2018
Apple								
dried pomace	5.10	67.2	46.0	15.0	6.00	–	20.1	García-Rodríguez et al. Citation2019
dried pomace	6.74	44.2	35.4	13.4	3.71	–	43.5	Steyn et al. Citation2018
dried pomace	2.65	34.0	23.8	–	–	1.75	–	Brambillasca et al. Citation2013
fresh pomace	5.60	45.3	38.0	–	4.70	–	–	Abdollahzadeh et al. Citation2010
fresh pomace	7.20	43.3	32.3	–	2.90	3.00	–	Paya et al. Citation2012
Grape								
fresh residues	12.7	–	–	–	10.6	4.36	–	Clev et al. Citation2016
Residues	9.18	65.2	55.5	13.0	21.5	2.98	–	Olivo et al. Citation2017
dried pomace	9.93	46.7	41.1	–	5.71	6.69	–	Atalay Citation2020
dried pomace	12.8	–	50.2	–	5.50	6.89	–	Chedea et al. Citation2017
dried pomace	12.4	38.8	37.5	–	4.02	11.8	–	Ianni et al. Citation2019
dried pomace	9.40	28.4	25.0	–	–	–	–	Kolláthová et al. Citation2020
fresh wine-less	9.30	20.9	9.60	–	0.40	32.2	37.3	Sato et al. Citation2020

Anexo 1. Composición química de los coproductos del fruto (% MS)

Co-products	CP	NDF	ADF	ADL	EE	Ash	NSC	References
Pomegranate								
Seed	15.4	68.0	49.0	–	0.60	2.40	13.5	Mirzaei-aghshaghalil et al. Citation2011
Peel	3.6	28.0	15.1	–	0.60	5.40	69.6	Mirzaei-aghshaghalil et al. Citation2011
peel	8.4	–	–	–	0.40	4.30	55.4	Kara, 2016
Pomace	9.2	35.3	30.6	12.3	6.3	3.20	49.9	Kara et al. Citation2018
seed cake	14.9	71.6	50.5	10.9	0.95	4.10	–	Serrapica et al. Citation2019
Prickly pear								
Fruit	7.60	24.70	13.70	11.20	3.50	9.45	–	Amer et al. Citation2019
Peel	7.20	22.10	13.80	8.90	1.90	9.61	–	Amer et al. Citation2019

-Data reported as mean value. DM : dry matter; CP: crude protein; CF: crude fibre; NDF: neutral detergent fibre; ADF: acid detergent fibre; ADL: acid detergent lignin; EE: ether extract; NSC: Non-structural carbohydrate.

Anexo 3. Composición nutricional de los subproductos de piensos, residuos de frutas-verduras y residuos de cultivos (g/kg MS)

	DM	Ash	OM	EE	CP	CF	NFE	NSC	NDF	ADF	Starch	Sugar
Apple Pomace	229 ^g	24 ^j	975 ^a	46.0 ^e	80.5 ^{ik}	315.8 ^e	533.0 ^d	259.7 ^e	589.1 ^{cd}	449.2 ^d	22.3 ^c	58.8 ^d
Carrot	117 ^j	79 ^c	920 ^h	10.6 ^{gh}	82.3 ⁱ	92.3 ^{jk}	734.7 ^b	683.2 ^b	143.8 ⁱ	135.9 ^h	-	235.0 ^a
Citrus Pulp	214 ^{hi}	44 ^h	955 ^c	14.7 ^g	92.9 ^h	137.6 ^h	710.5 ^c	644.0 ^c	204.2 ^h	174.5 ^f	91.4 ^d	220.6 ^b
Corn Stalk	935 ^a	54 ^f	945 ^e	8.1 ^{ghi}	61.2 ^l	352.1 ^d	523.8 ^d	109.8 ^g	766.0 ^a	494.0 ^c	-	25.3 ^g
Fig	850 ^d	37 ⁱ	962 ^b	35.5 ^f	66.1 ^l	76.6 ^k	783.9 ^a	731.0 ^a	129.6 ⁱ	109.5 ⁱ	-	235.1 ^a
Grape	858 ^d	69 ^d	930 ^g	12.1 ^{gh}	75.6 ^k	94.4 ^j	748.2 ^b	575.6 ^d	267.0 ^g	227.0 ^e	-	201.1 ^c
Grape Pomace	491 ^e	55 ^f	944 ^e	75.7 ^d	142.5 ^d	281.4 ^f	445.1 ^f	118.8 ^g	607.7 ^c	550.0 ^b	12.7 ^{gh}	49.1 ^e
Grape Stalk	293 ^f	74 ^d	925 ^g	24.2	104.3 ^g	252.3 ^g	544.6 ^d	218.5 ^f	578.3 ^d	545.6 ^b	25.7 ^{fg}	20.3 ^{gh}
Potato	205 ⁱ	61 ^e	938 ^f	3.3 ^j	131.6 ^e	19.4 ^l	783.9 ^a	660.3 ^c	143.0 ⁱ	22.1 ^j	642.0 ^a	31.1 ^f
Rice Bran	912 ^c	88 ^b	911 ⁱ	159.8 ⁱ	154.5 ^c	120.3 ⁱ	476.6 ^e	249.2 ^e	347.7 ^f	143.3 ^h	279.8 ^b	61.1 ^d
Rice Hull	926 ^{ab}	193 ^a	806 ^j	5.3 ^{hi}	39.0 ^j	506.2 ^a	255.3 ^h	16.2 ⁱ	745.4 ^a	645.3 ^a	12.7 ^{gh}	5.9 ^j
Soybean Hull	919 ^{bc}	46 ^{gh}	953 ^{cd}	15.2 ^g	125.0 ^f	411.7 ^c	401.5 ^g	117.3 ^g	696.0 ^b	538.4 ^b	61.7 ^e	22.2 ^{gh}
Tomato Pomace	222 ^{gh}	54 ^f	945 ^e	84.5 ^c	196.3 ^b	454.2 ^b	206.4 ⁱ	56.3 ^h	608.0 ^c	549.3 ^b	26.6 ^f	17.2 ^h
Whole Cotton Seed	929 ^{ab}	49 ^{fg}	950 ^{de}	177.7 ^a	219.6 ^a	320.5 ^e	224.9 ⁱ	32.1 ⁱ	520.8 ^e	447.7 ^d	17.5 ^{fg}	19.7 ^h
SEM	31	3	4	5	4	14	18	25	21	19	16	8
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

^{a,k}Different superscripts indicate differences among the group means in the same row at p<0.05

Anexo 4. Contenido mineral de los subproductos de piensos, residuos de frutas-verduras y residuos de cultivos

	Ca ¹	P ¹	Na ¹	K ¹	Mg ²	Fe ²	Cu ²	Mn ²	Zn ²
Apple Pomace	5.5 ^{gh}	1.6 ^h	0.8 ^f	8.6 ^g	1.2 ^g	257 ^d	57 ^{fg}	49 ^g	10.7 ^f
Carrot	6.4 ^g	2.3 ^e	5.3 ^a	24.9 ^a	2.2 ^{efg}	163 ^{fgh}	66 ^{de}	51 ^{fg}	24.4 ^{abc}
Citrus Pulp	17.3 ^a	1.2 ⁱ	0.5 ^f	12.5 ^f	1.4 ^g	175 ^{efgh}	62 ^{ef}	71 ^{defg}	8.8 ^f
Corn Stalk	6.5 ^g	1.1 ^j	0.5 ^f	12.4 ^f	2.5 ^{ef}	619 ^a	54 ^g	57 ^{fg}	9.1 ^f
Fig	7.9 ^f	1.1 ^{ij}	3.3 ^c	14.3 ^e	1.6 ^{fg}	141 ^h	57 ^g	66 ^{efg}	20.8 ^{bcd}
Grape	13.1 ^d	1.8 ^g	4.5 ^b	21.0 ^b	5.9 ^b	372 ^c	75 ^b	81 ^{cde}	19.7 ^{cd}
Grape Pomace	10.7 ^e	2.1 ^{ef}	1.4 ^e	17.7 ^c	1.9 ^{fg}	234 ^{def}	71 ^{bc}	55 ^{fg}	13.4 ^{ef}
Grape Stalk	15.9 ^b	2.0 ^{fg}	4.6 ^b	21.3 ^b	2.9 ^{de}	241 ^{def}	72 ^{bc}	133 ^a	25.2 ^{ab}
Potato	1.9 ⁱ	2.5 ^d	0.6 ^f	22.1 ^b	1.6 ^{fg}	277 ^d	59 ^{fg}	50 ^{fg}	16.6 ^{de}
Rice Bran	1.4 ^j	6.6 ^a	0.6 ^f	14.8 ^{de}	8.4 ^a	212 ^{defgh}	56 ^g	115 ^{ab}	23.1 ^{abc}
Rice Hull	5.3 ^{gh}	0.4 ^k	2.6 ^d	6.9 ^h	1.2 ^g	222 ^{defg}	66 ^{de}	91 ^{cd}	26.1 ^a
Soybean Hull	14.6 ^c	1.2 ⁱ	3.2 ^c	16.1 ^d	3.6 ^d	509 ^b	69 ^{cd}	72 ^{def}	19.7 ^{cd}
Tomato Pomace	8.0 ^f	4.0 ^c	4.4 ^b	17.5 ^c	5.8 ^b	253 ^{de}	80 ^a	99 ^{bc}	19.6 ^{cd}
Whole Cotton Seed	4.7 ^h	4.6 ^b	0.9 ^f	14.8 ^{de}	4.7 ^c	152 ^{gh}	67 ^d	15 ^h	16.6 ^{de}
SEM	0.4	0.1	0.2	0.4	0.2	14	0.8	3	0.6
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

^{a,k}Different superscripts indicate differences among the group means in the same row at p<0.05

¹g kg⁻¹, in dry matter

²mg kg⁻¹, in dry matter

Anexo 5. Digestibilidad de la materia seca y orgánica y contenido de energía metabólica de los subproductos de piensos, desechos de frutas y verduras y residuos de cultivos.

	DMD%	OMD%	ME _{CN} kcal ¹	ME _{CEI} kcal ¹
Apple Pomace	75.7 ^d	73.9 ^d	2104 ^g	2391 ^f
Carrot	94.2 ^{ab}	92.3 ^{ab}	2702 ^{cd}	3072 ^{bc}
Citrus Pulp	96.0 ^a	95.5 ^a	2654 ^d	3112 ^{bc}
Corn Stalk	44.6 ^g	37.5 ^h	1755 ^h	1858 ^h
Fig	92.3 ^b	91.3 ^b	2983 ^b	3134 ^b
Grape	74.2 ^d	67.3 ^e	2729 ^c	2872 ^d
Grape Pomace	38.1 ^h	26.1 ⁱ	2275 ^f	2543 ^e
Grape Stalk	43.1 ^g	25.9 ⁱ	2131 ^g	1857 ^h
Potato	95.8 ^a	95.7 ^a	3052 ^a	2995 ^c
Rice Bran	74.9 ^d	68.5 ^e	3118 ^a	3310 ^a
Rice Hull	10.3 ⁱ	22.8 ⁱ	640 ^j	723 ^j
Soybean Hull	81.1 ^c	79.1 ^c	1556 ⁱ	2171 ^g
Tomato Pomace	66.2 ^e	59.0 ^f	1647 ⁱ	1296 ⁱ
Whole Cotton Seed	58.5 ^f	50.9 ^g	2532 ^e	2759 ^d
SEM	2.3	2.4	64	30
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

^{a,j}Different superscripts indicate differences among the group means in the same row at p<0.05

¹:kcalkg⁻¹, in dry matter