

Nueva generación de Productos Lácteos Bajos en Carbono para la atención del próximo contexto competitivo dentro del perímetro de negocio lácteo LaBaCa

INFORME nº 3



Título del estudio: *LaBaCa, Nueva generación de Productos Lácteos Bajos en Carbono para la atención del próximo contexto competitivo dentro del perímetro de negocio lácteo.*

Beneficiario: Corporación Alimentaria Peñasanta, S.A. (CAPSA FOOD)

Agente realizador: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)

Fecha del informe: 20 de marzo de 2024

Equipo participante

Personal del SERIDA:

- Dr. Fernando Vicente Mainar (Investigador Principal)
- Dra. Adela Martínez Fernández (Investigadora)
- Dr. Mario Menéndez Miranda (Investigador)
- Dr. Jairo García Rodríguez (Investigador postdoctoral)
- Dña. María Campo Celada (Investigadora predoctoral)
- Dr. Roberto Rodríguez Madrera (Investigador)
- Personal técnico y auxiliar del laboratorio de nutrición
- D. Alfonso Carballal Salamea (Operador de ordenador)

Interlocutor CAPSA Food: D. Rubén González Hidalgo

CIF S-3300003-E

ANTECEDENTES

En los informes anteriores se han presentado los resultados referentes a la ingestión, digestibilidad de las raciones, producción de leche y bioquímica sanguínea. Con los resultados iniciales obtenidos, se puede resaltar que el postbiótico PROBISAN-RUMINANTS® induce a una mayor ingestión voluntaria de materia seca con una mayor digestibilidad de los nutrientes en el postparto, mientras que el postbiótico PROBISAN-CAPSA® mejora la digestibilidad en el periodo del preparto. Este último postbiótico provoca una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno dietético, con una mayor producción de leche, rendimiento lechero y menores pérdidas de nitrógeno a través de la orina. La calidad de la leche es similar con ambos postbióticos. Los resultados preliminares fueron presentados en las XX Jornadas sobre Producción Animal de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario AIDA 2023 celebrado entre los días 13 y 14 de junio de 2023 (Anexo 1¹). La mayor capacidad de ingestión voluntaria y digestibilidad al postparto observada con la suplementación con PROBISAN-RUMINANTS® induce a una menor movilización de reservas reflejada en la menor concentración de sanguínea de NEFA al día siguiente del parto. La menor concentración de NEFA y, por tanto de movilización de reservas corporales, se producen con ambos tipos de suplementación tras dos semanas del parto lo que implica que los animales suplementados con ambos tipos de postbióticos no entraron en balance energético negativo. No obstante, la elevada variabilidad entre animales en este parámetro impidió establecer diferencias estadísticas respecto a los animales no suplementados. El resto de los parámetros sanguíneos no se vieron afectados por la inclusión de los postbióticos en las concentraciones dadas.

INTRODUCCIÓN

En este tercer informe del Protocolo de Prestación de Servicios para el proyecto *Nueva generación de Productos Lácteos Bajos en Carbono para la atención del próximo contexto competitivo dentro del perímetro de negocio lácteo, LaBaCa* (Ref. IDE/2021/000555) entre el SERIDA y CAPSA FOOD se presentan los resultados de microbiología del calostro, leche y heces, las emisiones de metano *in vivo* y la producción de gas y síntesis de metano *in vitro* según la suplementación de la ración con los postbióticos PROBISAN-RUMINANTS®, en adelante RUMINANTS, o PROBISAN-CAPSA®, en adelante CAPSA.

¹ Vicente, F., Menéndez-Miranda, M., González-Treviño, F.J. y Martínez-Fernández, A. (2023) Inclusión en la dieta de vacuno lechero de postbióticos sobre la digestibilidad de los nutrientes y el rendimiento lechero. XX Jornadas sobre Producción Animal. Edita: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. p: 170.

El ensayo *in vivo* se realizó con 12 vacas frisonas divididas al azar en tres grupos a los que se les asignó a cada uno de los tratamientos: Control (n=4), CAPSA (n=4) y RUMINANTS B (n=4) desde el día 45 antes de la fecha prevista de parto hasta 60 días después del parto. El ensayo se realizó en la Granja Demo de Samielles del SERIDA ubicada en Villaviciosa (Asturias) de acuerdo con las directrices establecidas por el Real Decreto 53/2013, de 1 de febrero, por el que se establecen las normas básicas aplicables para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos, incluyendo la docencia y con la autorización de la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial (PROAE 18/2022). Las muestras de heces se tomaron directamente del recto en el día 30 antes del parto previsto y los días 1, 15 y 60 tras el parto. El calostro fue muestreado en el primer ordeño tras el parto y la leche en los días 15 y 60 tras el parto en ambos ordeños de mañana y tarde. Las muestras de calostro y leche se sembraron en medios diferenciales para determinar el número de colonias de lactobacilos y de cocos y estreptococos lácticos. En ambos tipos de muestras y en las de heces se cuantificó el ADN. El metano y dióxido de carbono exhalados por las vacas fueron medidos con detectores de CH₄ y CO₂ de DEGA® mediante la aspiración de aire en el dispensador de concentrado del robot de ordeño durante los ordeños y extrapolado su valor a la emisión por día.

La síntesis de metano ruminal se determinó mediante un ensayo *in vitro* en el que se evaluaron tres tratamientos: Control, CAPSA y RUMINANTS en tres sustratos (dietas) con diferente relación forraje/concentrado: 80/20, 65/35 y 50/50. El líquido ruminal para las incubaciones se extrajo de dos vacas canuladas en rumen, que representan las réplicas experimentales, que consumen una ración con una relación F/C de 65/35. Las incubaciones se realizaron por duplicado con dos tandas de incubación en frascos Wheaton de 125 ml a 39°C. Los volúmenes de fermentación de gas se registraron a las 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas después del inicio de la incubación y se construyó una curva cinética de producción de gas basada en lecturas de tiempos en serie. A las 6 y a las 24 horas de incubación se tomaron muestras de gas del espacio de cabeza de cada botella mediante vacío para la determinación de la concentración de metano mediante cromatografía de gases. Una botella adicional fue incubada durante 24 horas tras las que se muestreó el líquido de cultivo para medir el pH y analizar el perfil de ácidos grasos volátiles y de nitrógeno amoniacal.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete de software R² como un diseño completamente aleatorizado con medias repetidas mediante modelos mixtos, considerando el tratamiento experimental como factor fijo y el animal como aleatorio en el ensayo *in vivo*. Con el fin de evaluar la posible influencia diferenciada entre novillas y vacas se consideró inicialmente el número de parto como efecto fijo. No obstante, al no apreciarse diferencias estadísticas entre primíparas y multíparas ni interacción entre factores fue eliminado del modelo. Para el análisis de los resultados del ensayo *in vitro* se consideraron los tratamientos y las relaciones forraje concentrado como efectos fijos

² R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

y el animal donante de inóculo como unidad experimental. En todos los casos, cuando el análisis de varianza fue significativo, las medias se compararon mediante el test de Duncan. El nivel de significación se estableció en $P < 0,05$.

MICROBIOLOGÍA DE CALOSTRO, LECHE Y HECES

En la tabla 1 se muestran las concentraciones de lactobacilos y cocos y estreptococos lácticos en el calostro del primer ordeño tras el parto. La elevada variabilidad entre animales impide que se produzcan diferencias estadísticas entre tratamientos. No obstante, el conteo de lactobacilos en el calostro de las vacas no suplementadas duplica al de las vacas suplementadas con ambos tipos de postbióticos. Asimismo, el conteo de cocos y estreptococos lácticos en el calostro de las vacas suplementadas con RUMINANTS fue la mitad que en las vacas suplementadas con CAPSA y sin suplementar. El ADN de los cultivos ha sido extraído y está siendo secuenciado con el fin de evaluar las diferentes especies implicadas.

Tabla 1.- Número de unidades formadoras de colonias por mililitro de calostro (ufc/mL) según el postbiótico adicionado a la ración.

	Control	CAPSA	RUMINANTS	rsd	P
Lactobacilos	$5,83 \times 10^3$	$2,83 \times 10^3$	$2,78 \times 10^3$	3424	0,413
Cocos + Estreptococos lácticos	$4,34 \times 10^3$	$5,97 \times 10^3$	$2,24 \times 10^3$	4282	0,547

En la tabla 2 se muestran las concentraciones de lactobacilos y cocos y estreptococos lácticos en la leche obtenida el día 15 y 60 postparto. Como en el caso del calostro, la elevada variabilidad entre animales impide que se produzcan diferencias estadísticas entre tratamientos. En el día 15 de lactación, la menor carga bacteriana de la leche se observó en las vacas suplementadas con CAPSA. Por el contrario, estas vacas fueron las que presentaron un mayor número de unidades formadoras de colonias a los 60 días de lactación. De modo paralelo a los resultados obtenidos en el calostro, la mayor concentración de lactobacilos se encontró, tanto a los 15 como a los 60 días de lactación, en los animales sin suplementar. No se observaron diferencias numéricas en la concentración de cocos y estreptococos lácticos entre los tratamientos Control y el suplementado con RUMINANTS. El ADN de los cultivos ha sido extraído y está siendo secuenciado con el fin de evaluar las diferentes especies implicadas.

Tabla 2.- Número de unidades formadoras de colonias por mililitro de leche (ufc/mL) en los días 15 y 60 de lactación según el postbiótico adicionado a la ración.

	Control	CAPSA	RUMINANTS	rsd	P
Día 15					
Lactobacilos	9,83 x10 ³	5,99 x10 ²	1,94 x10 ³	6798	0,172
Cocos + Estreptococos lácticos	3,74 x10 ³	8,01 x10 ²	3,74 x10 ³	3907	0,498
Día 60					
Lactobacilos	4,20 x10 ³	8,29 x10 ³	2,06 x10 ³	4964	0,558
Cocos + Estreptococos lácticos	4,00 x10 ³	7,64 x10 ³	3,73 x10 ³	5983	0,660

En la tabla 3 se presenta la concentración de ADN bacteriano en las muestras de heces tomadas 30 días antes de la fecha prevista para el parto y tras 1, 15 y 60 días del parto. Un mes antes del parto, la concentración de ADN bacteriano en las heces de las vacas sin suplementar duplica a la concentración obtenida en las heces de las vacas suplementadas con ambos postbióticos. No obstante, la elevada variabilidad entre muestras impide la aparición de diferencias estadísticas entre tratamientos. Al día siguiente del parto, las vacas suplementadas con RUMINANTS presentaron una mayor concentración de ADN bacteriano en las heces que las vacas suplementadas con CAPSA y sin suplementar (118,4 vs. 56,0 ng/μL respectivamente, P < 0,05). Tras 15 y 60 días postparto no se observaron diferencias entre tratamientos.

Tabla 3.- Concentración de ADN bacteriano en las heces (ng/μL) en los días 30 antes del parto y 1, 15 y 60 después del parto según el postbiótico adicionado a la ración.

	Control	CAPSA	RUMINANTS	rsd	P
Día -30	87,7	40,6	44,7	46,08	0,323
Día +1	64,9 ^b	47,1 ^b	118,4 ^a	35,64	0,048
Día +15	82,7	85,8	87,4	50,06	0,991
Día +60	83,3	27,1	85,4	70,63	0,991

a, b: Letras distintas en la misma fila indican diferencias entre tratamientos al nivel de significación indicado.

EMISIONES DE METANO

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos de las emisiones de metano en el ensayo *in vivo*. A lo largo de la realización del ensayo se registraron un total de 151528 medidas de metano, de las cuales 16673 fueron validadas tras la revisión de los datos y su correspondencia con los tiempos de ordeño.

Las emisiones medias de metano emitido por las vacas fueron de 221 L/día, sin diferencias ni entre periodos ni entre tratamientos. Este volumen de emisiones de metano se encuentra dentro del rango establecido por la bibliografía. Cuando se refiere la emisión de metano a los kilogramos de materia seca ingerida o kilogramo de leche producida al día tampoco se observaron diferencias entre tratamientos, si bien, en el postparto, los animales suplementados con ambos postbióticos emitieron 2 L menos de metano por kilogramo de materia seca ingerida y un litro menos por kilogramo de leche producida que los animales en el tratamiento Control. Esta reducción numérica en las emisiones de metano ruminal, aunque estadísticamente no significativa, resulta en una importante reducción en el volumen total de emisiones de metano. Considerando una ingestión media de 18,77 kg MS/día (Informe nº 2), las emisiones de metano ruminal por el tratamiento Control se estiman en 277 L/día frente a los 237 L/día como estimación media de ambos tratamientos suplementados con los postbióticos. La reducción absoluta de emisión de metano entérico con la suplementación de ambos postbióticos equivale a 0,803 kilogramos de dióxido de carbono equivalente.

Tabla 4.- Metano exhalado según el postbiótico adicionado a la ración.

	Control	CAPSA	RUMINANTS	rsd	P
Preparto					
Litros/día	215	229	224	20,8	0,653
Litros/kg MS	16,98	16,35	17,17	3,276	0,934
Postparto					
Litros/día	230	220	210	32,0	0,665
Litros/kg MS	14,62	12,89	12,41	1,920	0,281
Litros/kg leche	15,71	14,64	14,74	5,559	0,956

CARACTERIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN

La tabla 5 muestra los parámetros de fermentación ruminal obtenidos tras 96 horas de incubación de raciones con una relación de forraje/concentrado de 80/20, 65/35 y 50/50 con la adición de los postbióticos estudiados (CAPSA y RUMINANTS) frente a una ración Control sin aditivo. Las concentraciones de los ácidos acético y propiónico se reportan gráficamente en la figura 1.

El pH del líquido ruminal se mantuvo en valores cercanos a la neutralidad en todos los tratamientos y dietas, si bien, la adición de RUMINANTS indujo a un pH (6,91) estadísticamente inferior ($P < 0,05$) al observado con la adición de CAPSA o sin adición de postbiótico (6,95 en ambos casos). No se observaron diferencias en la concentración de nitrógeno amoniacal entre tratamientos ni entre relaciones diferentes de forraje y concentrado. La concentración de ácido acético (figura 1) fue inferior en los tratamientos no suplementados que en los suplementados con postbióticos (375 vs. 404 y 427 mg/dL para los tratamientos Control, CAPSA y RUMINANTS respectivamente, $P < 0,05$, con

independencia de la relación forraje/concentrado estudiada). La concentración de ácido propiónico (figura 1) fue inferior ($P < 0,05$) en los tratamientos Control (209 mg/dL) y adicionado con CAPSA (222 mg/dL) frente al obtenido en la adición del postbiótico RUMINANTS (256 mg/dL). No obstante, la relación acético/propiónico no se ve alterada por la adición de postbióticos. Asimismo, la concentración de ácido isovalérico fue inferior ($P < 0,05$) en el tratamiento Control (33,37 mg/dL) frente a los suplementados con CAPSA (46,12 mg/dL) y RUMINANTS (48,56 mg/dL). El resto de ácidos grasos volátiles (butírico, isobutírico y valérico) no se vieron afectados por la adición de los postbióticos estudiados.

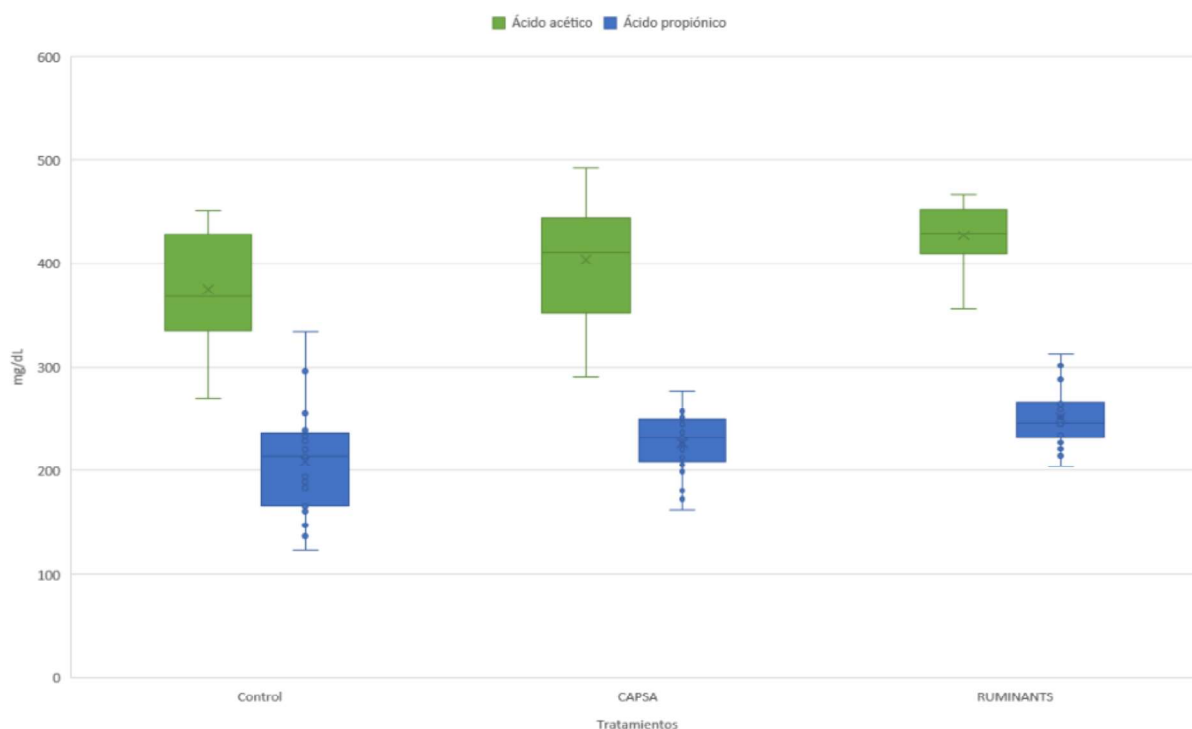


Figura 1.- Concentración de ácidos acético y propiónico tras 96 horas de incubación con los tratamientos sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS).

Tabla 5.- Parámetros de fermentación ruminal tras 96 horas de incubación de tres dietas con diferente relación de forraje y concentrado (80/20, 65/35, 50/50) sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS).

Tratamiento (T)	Control			CAPSA			RUMINANTS				rsd	T	D	TxD
	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35	50/50	50/50				
pH	6,95 ^{ab}	6,92 ^{ab}	6,98 ^a	6,99 ^a	6,95 ^{ab}	6,92 ^{ab}	6,94 ^{ab}	6,90 ^b	6,89 ^b	6,89 ^b	0,059	0,018	0,093	0,166
NH ₃ (mg/100 mL)	29,54	22,09	27,97	25,23	24,83	30,92	28,22	28,85	30,84	30,84	9,088	0,530	0,215	0,655
Ácido acético (mg/dL)	344,45 ^d	382,75 ^{bcd}	402,51 ^{abc}	371,76 ^{cd}	415,16 ^{abc}	427,81 ^{ab}	413,86 ^{abc}	421	451,15 ^a	451,15 ^a	45,840	0,002	0,002	0,844
Ácido propiónico (mg/dL)	199,05 ^{cd}	219,54 ^{cd}	209,33 ^{cd}	194,97 ^d	227,91 ^{bcd}	243,80 ^{abc}	226,74 ^{bcd}	273,97 ^a	265,15 ^{ab}	265,15 ^{ab}	358,550	0,001	0,006	0,615
Ácido isobutírico (mg/dL)	15,42	18,41	17,31	16,61	18,43	13,38	16,97	16,04	19,44	19,44	3,671	0,807	0,194	0,473
Ácido butírico (mg/dL)	83,95 ^d	97,32 ^{cd}	114,49 ^{ab}	88,38 ^d	103,37 ^{bc}	121,57 ^a	92,41 ^{cd}	104,28 ^{bc}	121,37 ^a	121,37 ^a	13,070	0,123	0,001	0,994
Ácido isovalérico (mg/dL)	28,91 ^b	34,20 ^{ab}	37,61 ^{ab}	42,48 ^{ab}	49,31 ^{ab}	47,36 ^{ab}	53,73 ^a	42,55 ^{ab}	50,54 ^{ab}	50,54 ^{ab}	18,880	0,020	0,771	0,698
Ácido valérico (mg/dL)	50,51	50,02	51,15	52,51	62,73	50,08	71,69	53,91	60,48	60,48	19,520	0,168	0,761	0,395
Relación Acético/Propiónico	1,85	1,78	1,95	1,94	1,83	1,76	1,83	1,57	1,71	1,71	0,273	0,118	0,189	0,522

a, b, c, d: Letras distintas en la misma fila indican diferencias entre tratamientos al nivel de significación indicado.

PRODUCCIÓN DE GAS DURANTE LA FERMENTACIÓN

En la tabla 6 se muestra la producción de gas en las botellas de incubación desde las 2 hasta las 96 horas de incubación de raciones con una relación de forraje/concentrado de 80/20, 65/35 y 50/50 con la adición de los postbióticos estudiados (CAPSA y RUMINANTS) frente a una ración Control sin aditivo. En la figura 2 se presenta la gráfica de producción de gas acumulada según los postbióticos ensayados con independencia de las relaciones forraje/concentrado utilizadas y en la figura 3 la evolución de la producción de gas de cada tratamiento según la proporción de concentrado y forraje de las raciones.

La adición de ambos postbióticos en la ración provocó un descenso significativo ($P < 0,05$) en la producción de gas en todas las horas de incubación respecto al tratamiento Control sin adición de postbiótico en todas las relaciones de forraje/concentrado, siendo de mayor intensidad la reducción en la producción de gas con la adición de RUMINANTS (figura 2). A partir de las 24 horas de incubación, se observaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre ambos postbióticos, con una mayor generación de gas con CAPSA (178 mL gas/g sustrato) que con RUMINANTS (168 mL gas/g sustrato), ambos estadísticamente inferiores al tratamiento Control (191 mL gas/g sustrato). La producción total de gas al final de la incubación fue de 304, 297 y 283 mL gas/g sustrato para los tratamientos Control, CAPSA y RUMINANTS respectivamente, con diferencias estadísticas entre todos los tratamientos ($P < 0,05$).

Con independencia del tipo de postbiótico ensayado, la producción de gas fue inferior en las raciones con una relación de forraje/concentrado 80/20 mientras que las raciones con relaciones de forraje concentrado de 65/35 y 50/50 tuvieron una emisión de gas total similar durante el periodo de fermentación. En general, la menor producción de gas se produjo en las raciones con una relación de forraje/concentrado de 80/20 suplementadas con los postbióticos RUMINANTS o CAPSA (figura 3), mientras que la mayor producción de gas se observó en el tratamiento Control con una relación forraje concentrado 50/50. La inclusión en las raciones más concentradas, 50/50 y 65/35, del postbiótico RUMINANTS tuvo un mayor efecto en la reducción de la producción de gas que la adición del postbiótico CAPSA en esas mismas raciones cuando se comparan las relaciones de emisión de gas entre tratamientos.

Por tanto, en raciones en las que se incluye una elevada proporción de concentrados parece más efectivo la adición del postbiótico RUMINANTS que el postbiótico CAPSA en la reducción de gases de fermentación, mientras que en raciones con una alta proporción forrajera en la ración, y presumiblemente en dietas basadas en pastoreo, la inclusión de cualquiera de los dos postbióticos inducen a una reducción en la producción de gas durante la fermentación de los alimentos, aunque con mayor eficiencia de reducción con el postbiótico RUMINANTS que con el postbiótico CAPSA.

CIF-S-3300003-E

Tabla 6.- Producción de gas acumulada (mL/g MS) tras 96 horas de incubación de tres dietas con diferente relación de forraje y concentrado (80/20, 65/35, 50/50) sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS).

Tratamiento (T)	Control		CAPSA		RUMINANTS				rsd	T	D	TxD
	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35	50/50			
Forraje/concentrado (D)	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35	50/50			
Hora 2	16,50 ^a	16,31 ^a	14,96 ^a	11,87 ^{bc}	12,26 ^{abc}	13,77 ^{ab}	10,30 ^c	12,23 ^{abc}	12,56 ^{abc}	5,369	0,021	0,837
Hora 4	33,35 ^a	34,74 ^a	34,59 ^a	24,63 ^{bc}	27,61 ^{abc}	31,08 ^{ab}	22,05 ^c	27,28 ^{abc}	28,93 ^{abc}	7,394	0,001	0,077
Hora 6	47,07 ^{ab}	52,76 ^a	53,88 ^a	37,83 ^{bc}	43,41 ^{abc}	50,27 ^a	34,09 ^c	43,22 ^{abc}	46,35 ^{ab}	9,376	0,001	0,846
Hora 8	62,23 ^{bc}	71,15 ^{ab}	74,62 ^a	49,76 ^{de}	58,22 ^{cd}	68,80 ^{abc}	45,23 ^e	57,69 ^{cd}	64,13 ^{abc}	10,550	0,001	0,819
Hora 12	96,52 ^c	114,15 ^{ab}	122,42 ^a	78,47 ^d	96,50 ^c	115,84 ^{ab}	71,79 ^d	96,44 ^c	108,55 ^b	9,298	0,001	0,255
Hora 24	173,55 ^e	193,51 ^{bc}	210,35 ^a	153,66 ^f	178,77 ^{de}	202,20 ^{ab}	143,50 ^f	173,86 ^e	185,47 ^{cd}	9,790	0,001	0,272
Hora 36	224,63 ^c	242,94 ^b	258,72 ^a	204,67 ^d	230,63 ^c	248,05 ^{ab}	193,11 ^e	221,49 ^c	229,69 ^c	10,680	0,001	0,497
Hora 48	257,75 ^d	272,90 ^{bc}	287,20 ^a	237,12 ^e	262,18 ^{cd}	276,45 ^{ab}	224,92 ^f	250,87 ^d	255,28 ^d	11,570	0,001	0,437
Hora 72	287,28 ^{bcd}	299,33 ^{ab}	311,30 ^a	267,64 ^e	191,03 ^{bc}	304,58 ^a	254,47 ^f	276,68 ^{de}	278,77 ^{ede}	12,420	0,001	0,380
Hora 96	292,10 ^{cd}	306,55 ^{ab}	317,50 ^a	279,16 ^{de}	301,53 ^{bc}	313,49 ^{ab}	269,19 ^e	289,58 ^{cd}	289,73 ^{cd}	11,960	0,001	0,443

a, b, c, d, e, f: Letras distintas en la misma fila indican diferencias entre tratamientos al nivel de significación indicado.

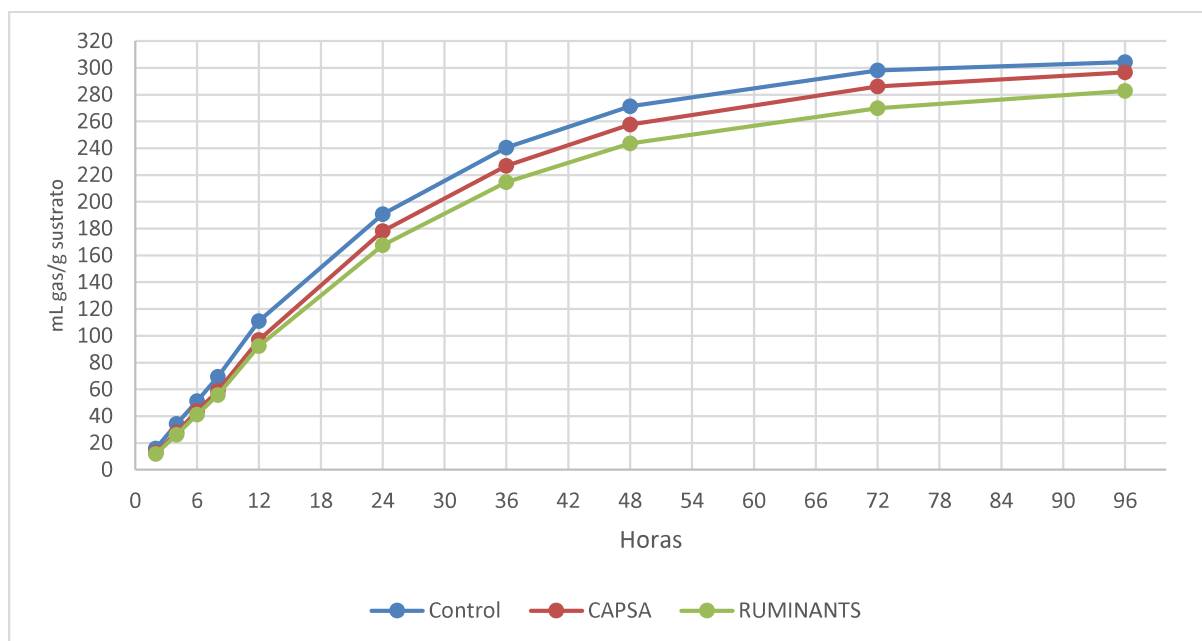


Figura 2.- Evolución de la producción de gas tras 96 horas de incubación con los tratamientos sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS).

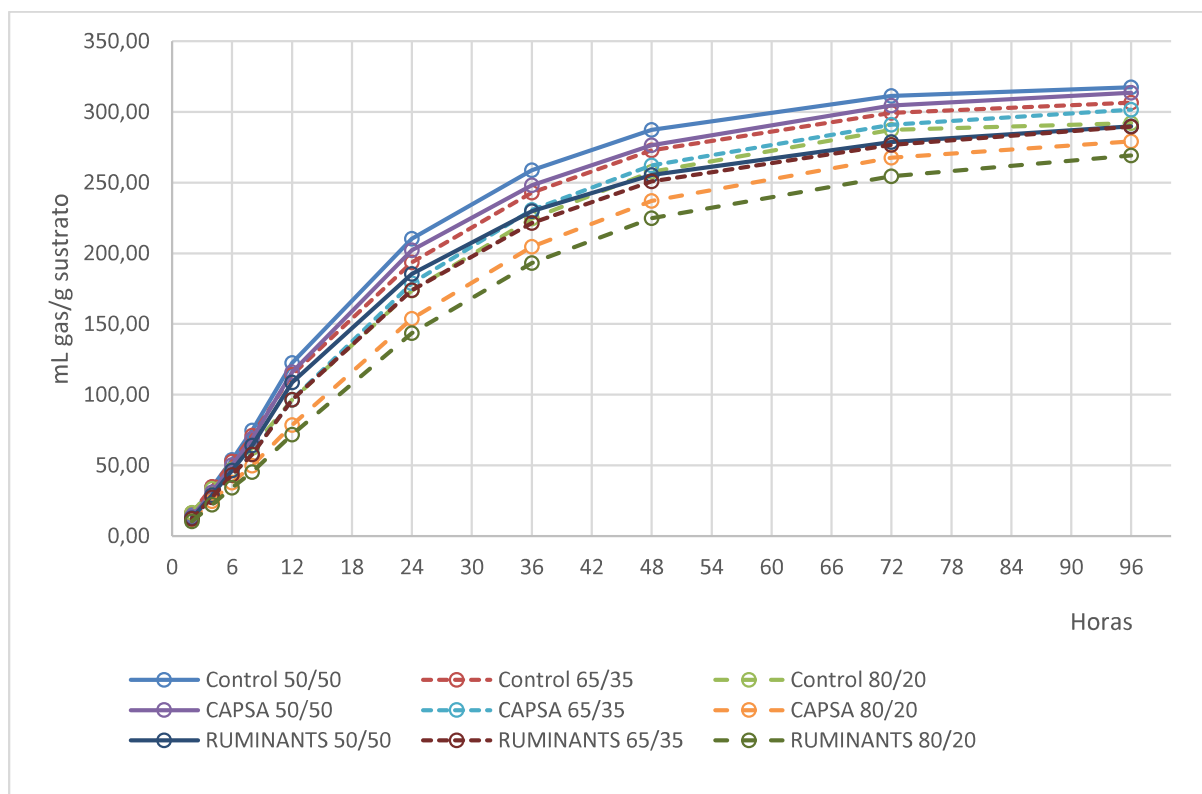


Figura 3.- Evolución de la producción de gas tras 96 horas de incubación con los tratamientos sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS) en tres dietas con diferente relación de forraje y concentrado (80/20, 65/35, 50/50).

CIFS-3300003-E

SÍNTESIS DE METANO RUMINAL

En la tabla 7 se presentan los resultados de la síntesis de metano ruminal a las 6 y 24 horas de incubación de tres dietas con diferente relación de forraje y concentrado, 80/20, 65/35 y 50/50, sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS). En las figuras 4 y 5 se muestran los resultados de la síntesis de metano a las 6 y 24 horas de incubación respectivamente en el ensayo *in vitro* según los postbióticos ensayados con independencia de las relaciones forraje/concentrado utilizadas.

La síntesis de metano se vio afectada por las diferentes relaciones forraje/concentrado. A las 6 horas de incubación, la menor síntesis de metano ($P < 0,05$) se observó en la ración más forrajera (4,79 mL CH₄/g sustrato vs. 8,20 y 10,30 mL CH₄/g sustrato para las relaciones forraje/concentrado de 80/20, 65/35 y 50/50 respectivamente, sin diferencias estadísticas entre estas últimas). Tras 24 horas de incubación, las dietas con una relación 80/20 también fueron las de menor capacidad de síntesis de metano (116,13 mL CH₄/g sustrato) mientras que en las de una relación 50/50 la síntesis de metano fue mayor (149,32 mL CH₄/g sustrato) con las dietas con una relación 65/35 en situación intermedia (138,63 mL CH₄/g sustrato) mostrando todas ellas diferencias estadísticas entre sí ($P < 0,05$).

La inclusión en la ración de los postbióticos no tuvo efecto estadístico sobre la síntesis de metano ruminal respecto al tratamiento Control como consecuencia del elevado coeficiente de variación de los resultados. Sin embargo, numéricamente, la síntesis de metano a las 6 horas de incubación fue un 17 % y un 9 % menor en los tratamientos con la adición de los postbióticos RUMINANTS y CAPSA respectivamente que en los tratamientos no suplementados, que tuvieron una síntesis de metano ruminal de 8,52 mL CH₄/g sustrato (figura 4). Tras 24 horas de incubación, el tratamiento suplementado con el postbiótico RUMINANTS presentó una síntesis de metano de 128,83 mL CH₄/g sustrato, un 6 % menor que los tratamientos Control y suplementados con el postbiótico CAPSA con una síntesis de metano similar entre ambos tratamientos con una media de 137,16 mL CH₄/g sustrato (figura 5).

CIF S-3300003-E

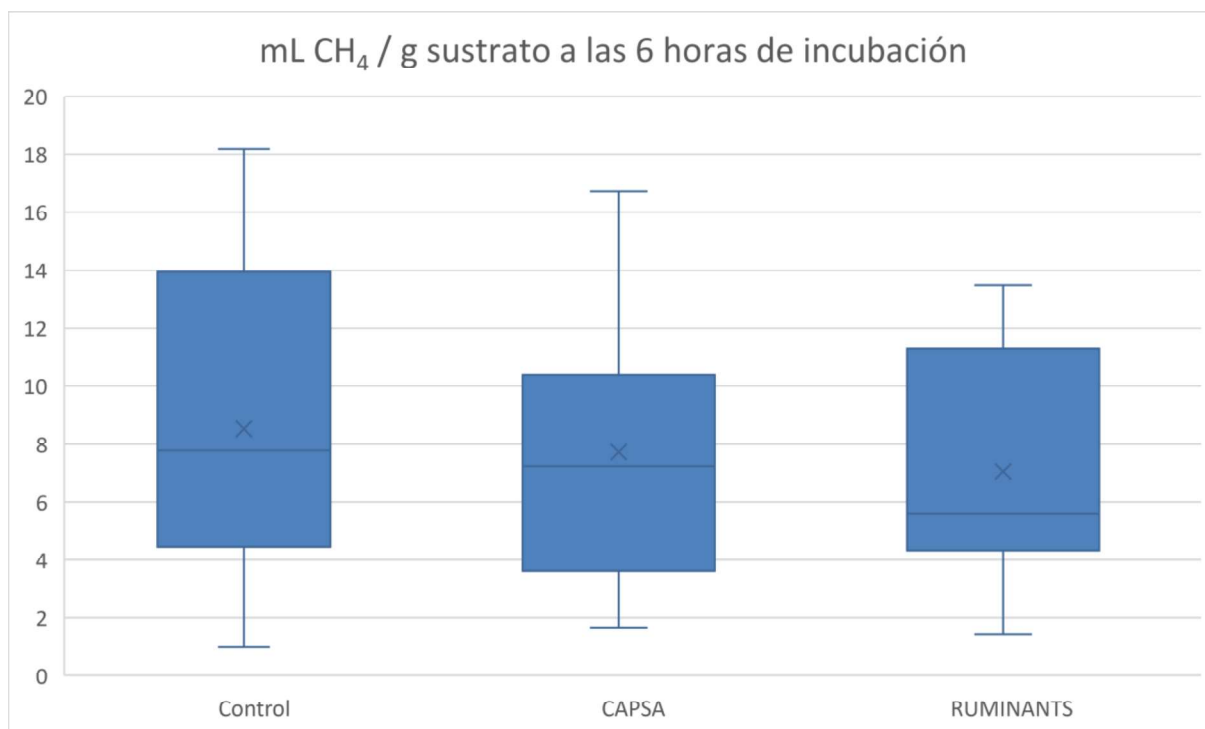


Figura 4.- Síntesis de metano ruminal tras 6 horas de incubación con los tratamientos sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS).

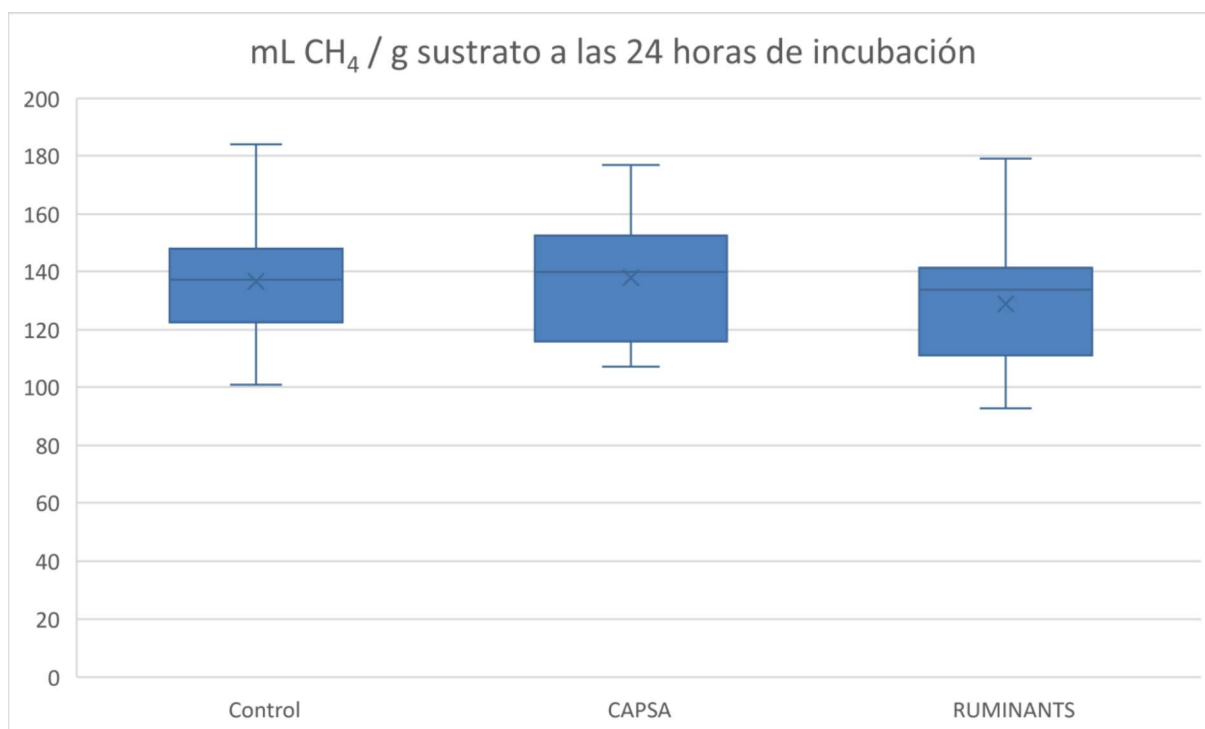


Figura 5.- Síntesis de metano ruminal tras 24 horas de incubación con los tratamientos sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS).

Tabla 7.- Síntesis de metano ruminal tras 6 y 24 horas de incubación de tres dietas con diferente relación de forraje y concentrado (80/20, 65/35, 50/50) sin adición (Control) o con adición de diferentes postbióticos (CAPSA, RUMINANTS).

Tratamiento (T)		Control		CAPSA		RUMINANTS			rsd	T	D	TxD		
Forraje/concentrado (D)	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35	50/50	80/20	65/35						
Hora 6														
mL totales		2,68 ^{bcd}	4,85 ^{ab}	5,37 ^a	2,56 ^{cd}	3,65 ^{abcd}	5,47 ^a	2,00 ^d	3,90 ^{abcd}	4,75 ^{abc}	1,988	0,432	0,001	0,896
mL /mL gas		0,188 ^{ab}	0,251 ^{ab}	0,268 ^a	0,183 ^{ab}	0,220 ^{ab}	0,275 ^a	0,159 ^b	0,235 ^{ab}	0,266 ^a	0,0891	0,859	0,002	0,967
mL/g MS		5,32 ^{bcd}	9,62 ^{ab}	10,63 ^a	5,09 ^{cd}	7,23 ^{abcd}	10,84 ^a	3,97 ^d	7,74 ^{abcd}	9,42 ^{abc}	3,934	0,433	0,001	0,896
Hora 24														
mL totales		61,61 ^{cde}	71,82 ^{ab}	73,46 ^{ab}	58,98 ^{de}	69,34 ^{bc}	80,06 ^a	54,72 ^e	68,35 ^{abc}	72,10 ^{ab}	9,081	0,193	0,001	0,568
mL /mL gas		0,796 ^{cde}	0,904 ^{ab}	0,933 ^a	0,785 ^{de}	0,844 ^{bcd}	0,931 ^a	0,764 ^e	0,867 ^{abc}	0,938 ^a	0,0718	0,525	0,001	0,732
mL/g MS		122,59 ^{cde}	142,40 ^{abc}	145,89 ^{ab}	117,19 ^{de}	137,44 ^{bc}	158,61 ^a	108,61	135,69 ^{bcd}	143,05 ^{ab}	18,030	0,195	0,001	0,573

a, b, c, d, e: Letras distintas en la misma fila indican diferencias entre tratamientos al nivel de significación indicado.

IMPLICACIONES

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que:

- La inclusión en la ración del postbiótico PROBISAN-RUMINANTS®:
 - Reduce la concentración de bacterias lácticas en el calostro
 - Reduce la concentración de lactobacilos en la leche.
 - Incrementa la concentración de ADN enterobacteriano.
 - Incrementa la síntesis de ácido acético durante los procesos de fermentación ruminal.
 - Reduce la síntesis de ácido propiónico durante la fermentación ruminal.
 - Reduce la producción de gas durante la fermentación ruminal independientemente de la relación forraje/concentrado de la ración.
 - Reduce las emisiones de metano ruminal relativas a la ingestión de materia seca.

- La inclusión en la ración del postbiótico PROBISAN-CAPSA®:
 - Reduce la concentración de lactobacilos en el calostro
 - Reduce la concentración de bacterias lácticas totales en la leche después de 15 días de ordeño.
 - Incrementa la síntesis de ácido acético durante los procesos de fermentación ruminal.
 - Reduce la producción de gas durante la fermentación ruminal en raciones con base forrajera.
 - Reduce las emisiones de metano ruminal relativas a la ingestión de materia seca, especialmente en las primeras horas de fermentación

F/ Fernando Vicente Mainar

Responsable del Programa de investigación en
Producción de leche del SERIDA

CIFS-3300003-E

INCLUSIÓN EN LA DIETA DE VACUNO LECHERO DE POSTBIÓTICOS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES Y EL RENDIMIENTO LECHERO

Vicente*, F., Menéndez-Miranda, M., González-Treviño, F.J. y Martínez-Fernández, A.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA).

Carretera AS-267, PK 19; 33300 Villaviciosa, Asturias, España

*fvicente@serida.org

INTRODUCCIÓN

Los postbióticos son microorganismos probióticos no viables, con o sin sus metabolitos, que confieren un beneficio para la salud del huésped (Salminen *et al.*, 2021). Actúan al impedir la colonización de patógenos mejorando el ambiente intestinal para las bacterias comensales beneficiosas (Izuddin *et al.*, 2019). Reducen la incidencia de trastornos digestivos en terneros mejorando el crecimiento y el sistema inmunitario (Rovai *et al.*, 2019). En estudios *in vitro* han demostrado una mayor digestión de la fibra lo que puede contribuir a una mayor fermentación ruminal (Izzuddin *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de postbióticos en la ración de vacas lecheras sobre la digestibilidad del alimento y el rendimiento lechero.

MATERIAL Y MÉTODOS

En doce vacas frisonas se evaluaron los efectos de dos postbióticos sobre el rendimiento lechero desde el parto hasta los dos meses de lactación. El ensayo fue realizado de acuerdo al RD 53/2013 (PRO-NAE 18/2022). Los animales fueron asignados al azar 45 días antes del parto a: 1) Control (C; n = 4), 2) PROBISAN-CAPSA® (PC; n = 4) y 3) PROBISAN-RUMINANTS® (PR; n = 4). Después de 15 días, dos vacas de cada tratamiento fueron alojadas en jaulas metabólicas durante 7 días. La suplementación fue de 15 g/d antes del parto y de 30 g/d tras el parto en ambos postbióticos. La alimentación fue *ad libitum* con una ración con una relación F/C de 60/40, 132 g PB/kg MS y 1,44 Mcal/kg MS en el preparto y 50/50, 134 g PB/kg MS y 1,51 Mcal/kg MS en el postparto. La ingesta de alimento y producción de leche diarias fueron registradas individualmente durante todo el ensayo y la producción de heces y orina en las jaulas metabólicas. Se muestreó el calostro del primer ordeño y semanalmente la leche. Se analizó el contenido en materia orgánica, proteína y fibra neutro detergente del alimento y las heces, de nitrógeno en la orina, de proteína, grasa e inmunoglobulinas del calostro y el de proteína, urea, grasa, lactosa y extracto seco magro de la leche. Los datos se analizaron con R como un diseño completamente aleatorizado con medidas repetidas mediante modelos mixtos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de los postbióticos estudiados no implica diferencias en la ingestión de materia seca coincidiendo con otros autores (Rovai *et al.*, 2019). La digestibilidad aparente de los nutrientes es numéricamente mayor en las raciones tratadas, lo que se traduce en una mayor ingesta de materia orgánica y proteína bruta digestibles ($p < 0,05$). Utilizando postbióticos similares en cabras, tampoco se han observado diferencias en la digestibilidad aparente, excepto en la digestibilidad de la fibra (Fernández *et al.*, 2022). La concentración de proteína del calostro fue mayor en los tratamientos suplementados que en el control ($p < 0,05$) lo que se vio reflejado en una mayor concentración de inmunoglobulinas (Thorsteinsson & Vestergaard, 2020). La producción de leche más alta se observó con PC (33,7 kg/d) y la menor con el tratamiento no suplementado (28,6 kg/d). La concentración de proteína de la leche fue superior ($p < 0,05$) en ambos tratamientos suplementados respecto al control y la de extracto seco magro mayor en la leche de vacas suplementadas con PR ($p < 0,05$).

CONCLUSIÓN

La inclusión de los postbióticos estudiados en la ración de vacas lecheras aumenta la ingestión de nutrientes digestibles e incrementa la concentración de proteína en el calostro y en la leche. La adición de un postbiótico puede aumentar la producción de leche en los primeros meses de la lactación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Izuddin, W.I. *et al.* 2018. R. Bras Zootec 47: e20170255. • Izuddin, W.I. *et al.* 2019. Sci Rep 9: 9938. • Fernández, C. *et al.* 2022. J Anim Sci 101: skac370 • Rovai, M. *et al.* 2019. J Dairy Sci 102: 208-209. • Salminen, S. *et al.* 2021. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 18: 649-667. • Thorsteinsson, M. & Vestergaard, M. 2020. J Anim Feed Sci 29: 115-124.

Agradecimientos: Financiado por IDEPA (IDE/2021/000555), FICYT Open-Lab La Granja (IDI/2021/000200) y FICYT Grupo NySA (IDI/2021/000102).

AIDA

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

XX Jornadas sobre Producción Animal



(2 0 2 3)



ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO (AIDA)

XX JORNADAS **S**OBRE
PRODUCCIÓN **A**NIMAL

13 y 14 de junio de 2023
Zaragoza

COLABORAN:

Gobierno de Aragón

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM Zaragoza)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)

Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA)



Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Título: XX Jornadas sobre Producción Animal

Edita: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Textos: Autores

Colección: Congresos y Jornadas

Serie: Producción Animal

Edición científica:

Guillermo Ripoll García
Isabel Blanco Penedo
Alba Cerisuelo García
Sandra Lobón Ascaso
Paula Gaspar García
Romi Pena Subirà
David Tejerina Barrado
Jesús Yáñez Pérez de Albéniz

Edición técnica:

María Salillas Fernández

Comité Organizador:

Mireia Blanco Alibés
Isabel Casasús Pueyo
Margalida Joy Torrens
Albina Sanz Pascua

Secretario administrativo: Joaquín Moreno Miguel

Foto portada: Francisco Maroto

XX Jornadas sobre Producción Animal	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Montañana, 930 – Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	ISBN: 978-84-09-50588-3 Depósito legal: Z-984-2023 Maquetación: Remedios Cordero
--	--	--

**Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la
Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario**

**AIDA no se solidariza necesariamente con las opiniones en los artículos firmados
que publica, cuya responsabilidad corresponde a los autores**