



Intensificación sostenible de explotaciones lecheras en clima atlántico templado. Efectos sobre aspectos productivos, nutricionales y medioambientales (II)

En la segunda parte de este artículo presentamos las conclusiones a las que hemos llegado en nuestro trabajo de investigación, dirigido a explorar la influencia de las sucesiones de cultivos en varios indicadores medioambientales en consonancia con los objetivos de la PAC de reducir las emisiones de N_2O y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Gregorio Salcedo¹, Daniel Salcedo-Rodríguez², Athanasia Varsaki³

¹CIFP La Granja, 39892 Heras, Cantabria, España

²INDRA, Departamento Sistemas de Información, Madrid, España

³Centro de Investigación y Formación Agrarias (CIFA) Cantabria, España

La sustitución de la superficie de pradera por cultivos forrajeros y la reducción del consumo de concentrado en las vacas lecheras podría implicar modificaciones animales, el número de vacas en ordeño, la producción de leche y las emisiones.

Las simulaciones de este estudio muestran que el aumento de la disponibilidad de forraje en la explotación y la reducción de la compra de concentrado pueden modificar la ingesta de materia seca en vacas lecheras y la producción de leche [figuras 1 y 2; ver al final del artículo].

Los rendimientos aquí estimados concuerdan con estudios descritos anteriormente (Doltra *et al.*, 2018; Salcedo, 2011; Tabacco *et al.*, 2018). Adicionalmente, el cambio a los cultivos forrajeros mostró algunos cambios en los impactos ambientales. Por ejemplo, los excedentes de N y P estimados en la línea base de las tipologías EHb-EMz y EMz (figuras 1 y 2) fueron similares a los valores reportados anteriormente para rotaciones de maíz (grano y ensilado) soja y alfalfa en Quebec, Canadá (Ouellet *et al.*, 2016). En ese estudio, el N y el P aumentaron cuando las explotaciones necesitaron más

concentrado para compensar la menor producción de maíz. De forma similar, en el presente estudio, la sustitución de concentrado por forraje disminuiría los excedentes de N y P (expresados en g kg leche). Los excedentes de N y P estimados para la situación de referencia y los escenarios de las tipologías EHb-EMz y EMz estaban dentro del rango de g kg de leche indicado por otros informes (Hristov *et al.*, 2006; Pascale Palhares *et al.*, 2020; Stott y Gourley, 2016).

El término NUE puede expresarse a escala animal (Powell y Rotz,

► PRÁCTICAS AGRONÓMICAS QUE APUNTAN A LA OPTIMIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE FERTILIZANTES QUÍMICOS, LA MINIMIZACIÓN DEL LABOREO Y LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS PARA MANTENER LA FERTILIDAD DEL SUELO SE CONSIDERAN MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE GEI

2015), refiriéndose a la eficiencia con la que las vacas consumen el N de la dieta (NUE_{dieta}) o a escala de explotación ($NUE_{explotación}$), quien refleja la eficiencia de las prácticas de gestión del N (Powell *et al.*, 2010). Se ha informado de que la $NUE_{explotación}$ en los sistemas lecheros del 20 al 50 % y la NUE_{dieta} puede variar entre el 15 y el 40 % (Powell *et al.*, 2010). No obstante, ambos términos suelen ser inferiores al 25 % (Calsamiglia *et al.*, 2010). Debido al efecto medioambiental de las pérdidas de N es un motivo de preocupación.

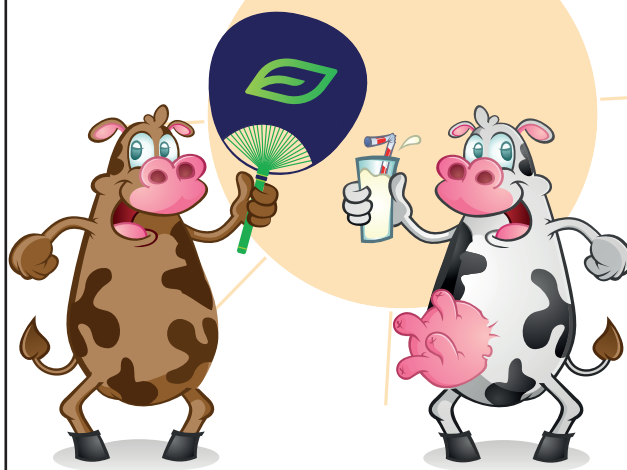
En el presente estudio, la NUE (tanto a escala de granja como de animal) se estimó en el rango del 30 al 40 %, situándose en la parte alta de las eficiencias registradas en la bibliografía (Calsamiglia *et al.*, 2010). Estudios anteriores informan de que las proporciones de tierra cultivable utilizada para pastos, maíz y otros cultivos no tuvo ningún impacto marcado sobre el N (Low *et al.*, 2020). No obstante, en el presente estudio los valores de NUE mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tipologías y escenarios ($P < 0,001$).

La sustitución de la superficie de praderas por cultivos forrajeros y la reducción del aporte de concentrado reduciría la huella de HNt y HNr de un kilogramo de leche (Figuras 3 y 4). En cualquier caso, en ambas tipologías (líneas de base y escenarios), NtF y NrF se estimaron por debajo del rango registrado en 27 explotaciones europeas analizadas con los modelos CAPRI y MITERRA (Leip *et al.*, 2014) y los notificados para los sistemas de confinamiento intensivo en explotaciones lecheras de Alemania (Reinsch *et al.*, 2021).

Prácticas agronómicas que apuntan a la optimización de la cantidad de fertilizantes químicos, la minimización del laboreo y la aplicación de fertilizantes orgánicos para mantener la fertilidad del suelo se consideran medidas de mitigación de GEI (Smith *et al.*, 2007). Por ejemplo, la siembra de leguminosas puede reducir el uso de fertilizantes químicos nitrogenados (Guo *et al.*, 2023; Postgate, 1998), contribuyendo a minimizar las emisiones de GEI relacionadas con los fertilizantes químicos y también reducir las emisiones de GEI en comparación con la pradera (Jensen *et al.*, 2012; Jeuffroy *et al.*, 2013; Reckling *et al.*, 2016). ►



**Si te preocupa
el efecto del calor, en
ADM Animal Nutrition Spain
podemos ayudar a vuestros
animales:**



Rumifresh

**Minimiza el efecto del calor extremo
sobre los terneros de cebo.**

Summermilk

**Ayuda a mantener las producciones y
calidades de leche en épocas de calor.**

**Consulte con nuestro equipo técnico como aplicar
en su ración diaria.**

ADM ANIMAL NUTRITION SPAIN, S.A.
c Clavo, nº1 · Pol. Ind. Santa Ana · 28522
Rivas Vaciamadrid (Madrid) · t (34) 91 666 85 00
e setnanutricion@adm.com · w setna.com



El diseño de los escenarios del presente estudio se realizó teniendo en cuenta las diferencias agronómicas entre diversas secuencias de cereales y leguminosas.

Los cultivos de leguminosas son conocidos por su capacidad de fijar más de 200 kg N atmosférico por hectárea en sistemas templados (Iannetta *et al.*, 2016). Estos cultivos enriquecen el suelo con N, haciéndolo disponible para maíz, reduciendo así la necesidad de fertilizantes químicos.

Se evaluaron tres especies de leguminosas: trébol *incarnatum*, habines forrajeros y veza, cada una de las cuales aportaba al suelo cantidades variables de nitrógeno. Las sucesiones de maíz/cereal sirvieron como grupo de control, lo que permitió aislar los efectos de la introducción de leguminosas. De acuerdo con lo anterior, los escenarios de maíz y trébol *incarnatum* en ambas tipologías (escenarios ESC9-ESC16-ESC23) mostraron las menores emisiones de N₂O mientras que los de maíz y raigrás italiano en siembras puras (escenarios ESC9-ESC16-ESC23) mostraron las emisiones de N (figuras 1 y 2).

La integración de gramíneas con leguminosas puede mejorar significativamente el contenido proteínico de los forrajes (tabla 1).

Esto, a su vez, permitiría reducir el contenido de soja en los piensos de vacas lecheras. En consecuencia, esta práctica conduce a una menor huella de carbono, huella de nitrógeno total y reactivo asociadas a la producción ganadera. Por el contrario, las dietas con cereales puros son más ricas en FND, lo que puede contribuir a aumentar las emisiones de CH₄ entérico en los rumiantes. El CH₄ es uno de los GEI que más efecto tienen sobre el cambio climático.

La agricultura es la principal fuente de CH₄ antropogénico, siendo la fermentación entérica responsable de más del 70 % de esta contribución (Chataut *et al.*, 2023). El ganado vacuno es la principal fuente de CH₄ de los rumiantes (Gerber *et al.*, 2013), por lo que la reducción de sus emisiones entéricas de CH₄ es una forma importante de mitigar el cambio climático. En este estudio, la sustitución de concentrado por forraje aumentaría las emisiones de CH₄ por kilogramo de leche (figuras 1 y 2).



Tabla 1. Producción de materia seca, composición química de los alimentos

Cultivos forrajeros	MS, t/ha (O _i)	MS, t/ha (N _i)	PB, g/kg MS	FND, g/kg MS	MOD, g/kg MS	ENL, Mcal/kg MS	P, g/kg MS
Maíz	13,4	12,5	79	403	689	1,53	2,3
Hierba	5,1	4,7	114	603	546	1,3	2,8
Raigrás italiano	5,8	5,4	92	493	692	1,46	3,3
Raigrás italiano + Trébol	7,1	6,6	120	470	668	1,34	3,5
Trébol	7,2	6,7	209	301	710	1,42	2,6
Triticale + Habines	7,7	7,2	119	614	578	1,37	2,2
Triticale	7,7	7,2	102	585	548	1,24	2,9
Avena + Veza	7,0	6,5	131	575	576	1,36	2,8
Avena	9,0	8,4	94	595	55,6	1,32	3,1
Concentrado EHbA-EMz ²	-	-	207	251	774	1,96	5,7
Concentrado EMz ²	-	-	228	238	768	1,84	6,3
Concentrado EHbA-EMz ³	-	-	240	262	772	1,86	5,8
Concentrado EMz ³	-	-	230	173	760	1,81	6,7
Concentrado EHbA-EMz ⁴	-	-	215	199	796	1,90	6,9
Concentrado EMz ⁴	-	-	217	236	775	1,80	7,9

¹: Valores del DairyCant (Salcedo y Salcedo-Rodríguez, 2022); O_i: oferta; N_i: neta PB: Proteína bruta; FND: Fibra neutro detergente; MOD: Materia orgánica digestible; ENL: Energía neta leche; P: fósforo; ²: Concentrado vacas lecheras tipologías EHbA-EMz y EMz; ³: Concentrado vacas secas tipologías EHbA-EMz y EMz; ⁴: Concentrado novillas menores y mayores de un año tipologías EHbA-EMz y EMz.

Estudios anteriores (Hristov *et al.*, 2013) mostraron una correlación positiva entre el CH₄ con la ingesta de materia seca y negativamente con la digestibilidad del forraje (Roos y Nylinder, 2013), lo que puede explicar el posible aumento de las emisiones de CH₄ en los escenarios estudiados. No obstante, en ambas tipologías (línea base y escenarios), las emisiones de CH₄ por kilo de leche fueron inferiores a las dietas de vacas lecheras con un alto porcentaje de forraje (March *et al.*, 2021).

Por otra parte, aunque el CH₄ es un importante gas de efecto invernadero en la producción animal, no permanece en la atmósfera más allá de 12 años, mientras que el CO₂ lo hace durante miles de años (IPCC, 2014). En lo tocante a ese aspecto, aunque las emisiones de CH₄ aumentarían con la sustitución del concentrado por forraje, esto podría tratarse como un mal menor teniendo en cuenta que las emisiones de CO₂ por kilo de leche disminuirían con diferencias estadísticamente significativas entre tipologías

y escenarios (P<0,001). Como resultado, la huella de carbono (kilos de CO_{2e} por kilo de leche podría aumentar solo un 0,36 % y un 2,9 % de media en las tipologías EHb-EMz y EMz respectivamente, lo que se compensó con una media de CO₂ del 7,6 % en la tipología EHb-EMz y una media del 4,6 % en la tipología EMz (figuras 1 y 2).

En este estudio, la huella de carbono de un kilo de leche se estimó en 0,854 y 0,769 kilos de CO_{2e} en la tipología EHb-EMz y ENMz, respectivamente. Estos valores son inferiores a los de estudios anteriores que declaraban tasas superiores a 1 kg de CO_{2e} por kilo de leche para dietas con alto porcentaje de concentrado (March *et al.*, 2021) y dietas con alto contenido de forraje en la granja (Lesschen *et al.*, 2011). La huella de carbono de un kilo de materia seca de forraje en los escenarios que implican maíz y trébol *incarnatum* en ambas tipologías (escenarios ESC9-ESC16-ESC23) se estimó en 0,23 kilos de CO_{2e} y 0,215 kilos CO_{2e}, para las tipologías EHb-EMz y ENMz, ►►

RED DE CONCESIONARIOS PARA GALICIA DE

FENDT



MASSEY FERGUSON



► ESTE ANÁLISIS MUESTRA QUE EXISTE POTENCIAL PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE N AL MEDIO AMBIENTE MEDIANTE EL USO DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS QUE PUEDEN SER APLICADAS POR LOS PRODUCTORES DE LECHE COMERCIALES

respectivamente, lo que concuerda con los estudios realizados con alfalfa en Túnez (Ghazouani *et al.*, 2018), ensilado de maíz en la costa atlántica de España (Salcedo, 2020) y sistemas dinámicos sistemas forrajeros en Italia con rendimientos similares a los del presente trabajo (Tabacco *et al.*, 2018).

La agricultura se comporta como un potencial sumidero de carbono, pudiendo absorber hasta el 89 % del carbono emitido (Smith *et al.*, 2007). Debido a limitaciones metodológicas, la mayoría de los estudios de análisis del ciclo de vida no incluyen el SOC en el cálculo de la huella forrajera (Brandão *et al.*, 2013) y los que lo hacen suelen utilizar modelos de simulación (Mogensen *et al.*, 2014; Petersen *et al.*, 2013). En el presente estudio, el secuestro de CO₂ por kilo de leche se estimó utilizando el modelo DairyCant. En general, las simulaciones indicaron que todos los escenarios aumentaron el secuestro de CO₂ (figuras 1 y 2). La conversión de praderas en cultivos forrajeros anuales presenta una compleja disyuntiva en cuanto al uso de energía para el trabajo de la maquinaria. Aunque los cultivos forrajeros anuales pueden ofrecer una mayor productividad y flexibilidad en los sistemas de producción ganadera, a menudo se hace a costa de un aumento de la mecanización y de la demanda energética asociada. Las forrajeras anuales suelen ser más productivas que las praderas, por lo que pueden requerir menos superficie para satisfacer las necesidades de alimentación del ganado.

Pueden seleccionarse en función de perfiles nutricionales específicos, lo que puede reducir la dependencia de piensos suplementarios y mejorar el rendimiento de los animales y permiten una mayor flexibilidad en la planificación de las rotaciones, lo que puede mejorar la salud del suelo y reducir la presión de las plagas.

No obstante, la sustitución de los pastos permanentes requiere una alteración significativa del suelo para la siembra de cultivos anuales. Esto implica a menudo operaciones de labranza que pueden consumir mucha energía, sobre todo con maquinaria de gran tamaño y aumenta la dependencia de la maquinaria y el consumo de combustible asociado. La decisión de convertir los prados permanentes en forrajes anuales requiere una cuidadosa consideración del equilibrio entre el aumento de la productividad y el posible impacto ambiental asociado al mayor uso de energía de la maquinaria. La optimización de las prácticas del laboreo, la agricultura de precisión y las fuentes de energía renovables pueden mitigar estos problemas y promover un enfoque más sostenible de la agricultura producción de forraje (Hu *et al.*, 2024).

Cabe señalar que no todas las explotaciones de la zona de estudio pueden implementar el sistema de producción propuesto debido a la orografía del norte de España, con grandes diferencias de altitud, gran dispersión de las explotaciones y la ausencia de concentración parcelaria en la mayoría de los casos. No obstante, muchas explotaciones situadas en zonas llanas sí practican la rotación de cultivos, principalmente maíz con raigrás italiano, pero mayoritariamente sin leguminosas y sin considerar la reducción del consumo de concentrado del rebaño. Estas explotaciones podrían aplicar el enfoque aquí descrito teniendo en consideración que DairyCant tiene posibles deficiencias al no poder incorporar toda la variabilidad de la zona de estudio, incluida la pendiente, la altura sobre el nivel del mar, la disponibilidad de maquinaria agrícola, el grado de tecnología de las explotaciones y la concentración parcelaria.

CONCLUSIONES

En este estudio se propone la sustitución de los prados por cultivos forrajeros como posible estrategia para reducir las pérdidas de N en el medio ambiente.

El aumento de la producción de forraje en la explotación y el valor nutritivo de los cultivos forrajeros de invierno podría reducir el consumo de concentrado hasta un 15 % sin comprometer la producción de leche. Todos los impactos ambientales de los escenarios aquí analizados mostraron que la sucesión maíz con trébol *incarnatum* en

ambas tipologías (escenarios ESC9-ESC16-ESC23) son los más interesantes desde el punto de vista productivo, nutricional y ambiental; en particular, sustituir los prados por cultivos forrajeros anuales y reducir la ingesta de concentrado, podría aumentar la NUE, lo que significa menos N excretado al medio ambiente. Esto quedó reflejado en una disminución de los excedentes y huella de N. Este análisis muestra que existe potencial para reducir las emisiones de N al medio ambiente mediante el uso de prácticas agrícolas que pueden ser aplicadas por los productores de leche comerciales.

Las evaluaciones de sostenibilidad suelen centrarse en un simple impacto ambiental, como la huella de carbono. Sin embargo, este enfoque puede pasar por alto con otras preocupaciones medioambientales, como la huella de nitrógeno.

Algunas prácticas destinadas a reducir la huella de carbono pueden aumentar inadvertidamente la huella de nitrógeno y viceversa. Por ejemplo, reducir el concentrado de la dieta del rebaño y sustituirlo por piensos producidos en la granja podría reducir las emisiones de CO₂ (positivo para la huella de carbono), pero el cultivo requiere la aplicación de fertilizantes, lo que aumenta la liberación de nitrógeno reactivo (negativo para la huella de nitrógeno). Esto puede agravar los problemas medioambientales relacionados con la producción de fertilizantes y la escorrentía.

Comprendiendo estas compensaciones y prácticas sostenibles, los ganaderos pueden aprovechar los beneficios de los forrajes anuales y minimizar el impacto medioambiental asociado al aumento del trabajo de la maquinaria.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de investigación RTA2015-00058-C06 del Ministerio de Economía y Competitividad de España. Los autores agradecen la colaboración de los ganaderos implicados en este trabajo. ■

NOTA DE LOS AUTORES

*La primera parte del estudio, titulado "Intensificación sostenible de explotaciones lecheras en clima atlántico templado. Efectos sobre aspectos productivos, nutricionales y medioambientales (I)", fue publicado en *Vaca Pinta* 52, págs. 144-160

**Los datos complementarios de este artículo pueden consultarse en línea en *Agricultural Systems* 222 (2025) | 104184 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104184>



ESCUELA INTERNACIONAL DE INDUSTRIAS LÁCTEAS

ESCUELA INTERPROFESIONAL LÁCTEA

TRADICIÓN,
INNOVACIÓN
Y LA MEJOR
FORMACIÓN



Figura 1. Aspectos productivos, nutricionales y medioambientales de los escenarios estudiados, expresados como la variación porcentual de los valores estimados en cada escenario respecto a los estimados en la situación de partida para la tipología EHb-EMz

	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6	ES 7	ES 8	ES 9	ES 10	ES 11	ES 12	ES 13	ES 14	ES 15	ES 16	ES 17	ES 18	ES 19	ES 20	ES 21	ES 22	ES 23	ES 24	ES 25	ES 26	ES 27	ES 28
Surplus P (g/kg leche)	-39	-25,4	-32,2	-30,5	-30,5	-30,5	-30,5	-47,5	-55,9	-55,9	-61	-76,3	-54,2	-55,9	-84,7	-88,1	-94,9	-96,6	-110,2	-89,8	-89,8	-116,9	120,3	-128,8	-135,6	-145,8	-127,1	-127,1
Surplus P (g/kg forraje)	-59,4	-53,4	-57,9	-60,2	-57,1	-58,6	-58,6	-60,2	-63,9	-66,9	-70,7	-81,2	-65,4	-65,4	-89,5	-91	-96,2	-97,7	-108,3	-93,2	-91,7	-110,5	-114,3	-117,3	-121,1	-132,3	-115,8	-116,5
Surplus N (g/kg leche)	-15	-11,9	-11	-12	-12,3	-12	-12	-23,4	-31,6	-24,1	-26,9	-32,7	-26,5	-27,3	-34,9	-37,8	-30,6	-32,7	-39,1	-32,4	-37,7	-40,4	-45,2	-36,7	-40	-46,4	-39,7	-41,1
Surplus N (g/kg forraje)	-43,6	-45,4	-45,4	-50,3	-45,9	-47,7	-47,6	-41,4	-42,9	-43	-44,6	-46,9	-43,2	-43,2	-52,7	-53,1	-53,5	-54,6	-52,3	-53,5	-53,3	-62,2	-63	-63	-63,9	-62,7	-63,2	-63,4
PUE _{explotación} (%)	10,1	19,5	20,6	21,3	12,5	20,4	19,3	7,2	15,5	16	15,1	7,4	14,7	17,1	9,4	17,1	18	16,5	9,3	16,5	15,5	19,2	11,5	19,7	18,3	11,4	18,4	17,6
PUE _{dieta} (%)	-3,2	0,6	2,4	-1,6	-0,2	-1	-10	-7,8	2,2	-7,8	-7,1	-3,1	-5,1	-0,7	-7,1	4,4	-8,2	-6,6	-1,6	-4,1	1	-1,5	1,8	-7,7	-5,4	0	-2,8	2,9
Off-farm (m ² /kg leche)	-16,9	-14,5	-14,5	-15,3	-15,3	-15,3	-15,3	-12,1	18,5	-5,6	-14,5	-0,8	8,9	-13,7	-29	-35,5	18,5	-29,8	-38,3	-29	-30,6	-41,9	-44,4	-35,5	-37,1	-44,4	-38,7	-43,5
NUE _{explotación} (%)	2,2	1,1	0,8	1,1	1,2	1,1	1,1	-1,8	3,2	-1,8	0,1	2,8	-0,4	0,1	3,2	5	0,9	1,3	4,6	1,4	5,2	7,2	4	1,7	3,3	6,2	3,3	4,1
NUE _{dieta} (%)	3,8	-10	3,7	2,9	-1,4	2,4	2,6	0,3	-8,4	-0,3	-0,7	-3	-0,9	-2,4	1,4	-8,5	0,6	0,3	-2,4	-0,1	-1,3	6,4	-8,1	2	1,3	-1,2		
HNt (g/kg leche)	-7,3	-5	-4,8	-5,4	-5,5	-5,4	-5,2	-13,1	-21,5	-12,9	-15,5	-20	-15,4	-16,2	-21,1	-23,7	-15,2	-16,7	-22,5	-17,2	-23,8	-22,5	-27,4	-16,8	-19,6	-25,6	-20,1	-21,7
HNt (g/kg forraje)	-38,5	-41,1	-41,5	-46,5	-41,7	-43,8	-43,6	-33,5	-31,5	-34,6	-35,8	-36,9	-34,6	-34,6	-42,7	-42,5	-43,2	-43,8	-39,2	-43,1	-42,9	-50,9	-50,9	-51,4	-51,7	-48,1	-51,3	-51,4
HNr (g/kg leche)	0	1,9	0	0	0,5	0,3	1,6	-1,6	-7,9	0	-2,7	-4,1	-2,5	-3,3	-3,8	-4,4	1,4	4,1	0	2,5	-5,8	1,1	-1,9	10,1	8,2	3,8	6,6	5,2
HNr (gr/kg forraje)	-33,7	-36,8	-38,6	-40,4	-39,6	-43,5	-38	-24,7	-23,3	-25	-26,2	-24,4	-24,7	-24,5	-30,2	-28	-32,2	-29,8	-21,6	-29,6	-29,4	-35,9	-33,6	-35,7	-35	-27,6	-35	-34,7
N ₂ O (g/kg leche)	-3,6	2,2	-3,6	13	4,3	1,4	-3,6	-5,8	-15,9	-7,2	-11,6	-13	-10,1	-11,6	-2,9	-14,5	-5,1	-8	-10,9	-8	-9,4	-5,8	-13	-0,7	-5,8	-8,7	-5,1	-7,2
Leche vaca (kg/d)	-5,7	2	-8,6	-7,3	-3,9	-5,7	17,3	-5,4	2,8	-6,9	-6,1	-2,7	-4,7	-3,7	-10,4	-0,7	-11,8	-11,3	-6,9	-9,4	-7,5	-13,8	-3,4	-15,7	-14,7	-10,2	-12,9	-11,5
Leche (t/año)	-5,7	2	-8,6	-7,3	-3,9	-5,7	-3,7	9	27,8	14,1	26,1	19,2	21	22,3	-3,9	15,4	1,7	12	-1	7,8	10	-15,4	3,5	-11,2	-0,1	-5,4	-4,3	-2,7
iLUC (kg CO ₂ /kg leche)	-16,9	-14,1	-14,7	-14,7	-15,3	-14,7	-14,7	-25,4	28,8	-18,1	-20,3	-28,8	-22	-28,2	-32,8	-37,3	-26,6	-29,4	-37,9	-30,5	-32,2	-16,9	-14,1	-14,7	-14,7	-15,3	-14,7	-14,7
iLUC (kg CO ₂ /kg forraje)	-51,7	-53,2	-53,9	-57,8	-54,1	-55,6	-55,4	-52,3	-52,8	-51,9	-53	-50,8	-52,8	-52,5	-62,5	-62,9	-62,3	-62,7	-61,8	-62,9	-62,9	-51,7	-53,2	-53,9	-57,8	-54,1	-55,6	-55,4
FNDf (kg/100 kg PV)	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	-1,3	-3,7	4	6,8	6,8	5,2	7,2	9,3	6,8	15,5	17,8	15,6	16,8	19,3	21,6	18,5	27	31,4	29	30,3	33,1
MS consumida (kg/vaca/día)	-0,1	0	-0,1	0	0	0	-0,2	-0,1	0	-0,1	0	0	0	-0,2	-0,5	-0,3	-0,5	-0,5	-0,3	-0,4	0	0	0,1	0	0,1	0,2	0,1	0,3
Vacas de leche (n°)	0	0	0	0	0	0	0	15,3	24,3	22,5	34,2	22,5	27	27	7,2	16,2	15,3	26,1	6,3	18,9	18,9	-1,8	7,2	5,4	17	5,4	9,9	9,9
CO _{2e} (kg/kg leche)	-1,7	-0,2	-3,8	-2,5	-1,6	-3,3	6,1	1,5	-9,5	1,1	-2,4	-3,6	-3,6	-2,7	4,5	-5,6	3,2	0,8	-1,5	-1,5	-0,6	0,7	-5	6,7	27	0,5	0,3	1,7
CO _{2e} (kg/kg forraje)	-19,4	-25,4	-31,4	-33,9	-24,4	-27,7	-27,5	-20,8	-26,3	-25,2	-23,5	-23,8	-25,5	-29,9	-23,5	-28,6	-28	-25,3	-17,9	-28	-32,3	-26,3	-31,1	-30,2	-27,5	-20,7	-30,3	-34,9
CO ₂ (g/kg leche)	-3,1	-1,5	-6,1	-3,3	-5,7	-1	-1,2	-1,9	-18,8	-2,7	-1,1	-8,4	-4,6	-8,4	-12,6	-3,1	-4,2	-1,1	-10	-5,7	-10,3	-9,6	-16,1	-6,1	-2,7	-11,9	-7,7	-12,6
CH ₄ (kg/kg leche)	0	0	-2,4	-6,4	-0,9	-5,9	13,4	5,9	-2	5,9	-0,2	2,2	-0,9	3,5	11,2	1,3	10	4,8	6,4	3,1	7,9	8,8	4	16,5	8,6	10,6	6,6	12,8

Los escenarios ESC1-ESC7: sucesión de maíz con: ESC1: raigrás italiano; ESC2: trébol *incarnatum*, ESC3: raigrás italiano + trébol *incarnatum*; ESC4: avena; ESC5: avena + veza; ESC: triticale; ESC7: triticale + habines; SCE8-SC14: mismas sucesiones que ESC1-ESC7, con igual número de vacas e igual consumo de pienso a la base u origen; ESC15-ESC21: igual que ESC8-ESC14, con una reducción 15 % de concentrado; ESC22-ESC28: igual que SCE8-SCE14, con una reducción del 30 % de concentrado

Excelencia al máximo nivel

T 35-6s T 32-7s T 36-7s T 41-7s
T 33-10s

LIEBHERR

Manipuladores telescópicos



Altura de
elevación
6,0-10,0 m

Capacidad
máxima de carga
3,2-4,1 t

Motor
Nivel V
Nivel IIIA / Tier 3

Figura 2. Aspectos productivos, nutricionales y medioambientales de los escenarios estudiados, expresados como la variación porcentual de los valores estimados en cada escenario respecto a los estimados en la situación de partida para la tipología EMz

	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6	ES 7	ES 8	ES 9	ES 10	ES 11	ES 12	ES 13	ES 14	ES 15	ES 16	ES 17	ES 18	ES 19	ES 20	ES 21	ES 22	ES 23	ES 24	ES 25	ES 26	ES 27	ES 28
Surplus P (g/kg leche)	-1,8	-1,8	22,4	-2,4	-2,4	-1,2	-2,4	-30	-39,4	-30	-30	-42,9	-39,4	-40	-38,2	-48,8	-41,8	-52,4	-54,1	-49,4	-50	-38,2	-52,9	-45,9	-54,1	-57,1	-52,4	-52,9
Surplus P (g/kg forraje)	-35,1	-39,4	-25	-44,6	-9,1	-38,4	-9,1	-43,9	-48,1	-45,7	-53,2	-53,5	-51,1	-50	-57,4	-61,7	-62	-67	-63,8	-64,5	-63,8	-60,9	-67	-66	-71,3	-68,4	-68,9	-68,1
Surplus N (g/kg leche)	-1,4	-1,7	20,9	-1,6	-1,6	-0,9	-1,6	-16,7	-22,5	-13,3	-5,2	-22,5	-20,7	-21,1	-22,7	-31,1	-20,7	-27,9	-30	-27,6	-28,4	-27	-36,3	-28,7	-31,6	-35,4	-32,5	-33,5
Surplus N (g/kg forraje)	-34,6	-39,1	-25,8	-44,4	-8,5	-38,3	-8,5	-33,2	-33,9	-32,8	-36,6	-36,7	-35,6	-34,4	-46,8	-48,3	-48,2	-49,9	-44,7	-49,1	-48,1	-53,6	-55,2	-55	-56,8	-52,5	-55,9	-55
PUE _{explotación} (%)	9,3	16,3	16,8	17,6	-8,8	16,1	-8,7	4,9	9,5	9	7,1	-0,8	8,8	7,1	5,3	11	10,8	10,2	0,7	10,5	8,8	7,7	13,3	13	12,4	3,3	12,6	10,9
PUE _{dieta} (%)	-4,7	-1,7	-4,7	-4,1	-3,1	-3,5	-0,1	-0,5	7,9	-3,4	-0,2	3,4	1,8	5,5	0,2	10,2	-0,9	0,5	4,3	2,8	7,2	1,2	12,5	-0,2	1,7	6,3	4,2	9,1
Off-farm (m ² /kg leche)	-27,5	-27,5	-7,7	-27,5	-27,5	-26,4	-27,5	6,6	-1,1	11	26,4	4,4	4,4	62,6	-17,6	-23,1	-14,3	-5,5	-7,7	-18,7	-19,8	-19,8	-27,5	-14,3	-20,9	-17,6	-22	-22
NUE _{explotación} (%)	-3,1	-3	-10	-3,3	-3,3	-3,5	-3,3	3,6	10,1	2,6	-3	10	8	8,3	1,8	8,7	0,6	6,8	8,5	6,2	6,8	1,5	9	2,9	6,8	8,9	6,2	7
NUE _{dieta} (%)	0,3	-9,2	0,5	0,2	-1	-1,1	-2,3	4,6	1,4	2,7	3,6	2,2	3,6	2,8	3,6	-3,7	3	2,5	5,7	2,4	1,4	6,3	-1,7	5,8	5,4	3,2	5,2	3,8
HNt (g/kg leche)	7,7	7,8	23,9	7,7	7,8	8,3	7,8	-2	-8,5	2,3	15,2	-5,8	-4,2	-4,7	-2,9	-0,3	1,6	-5,2	-8,4	-5,8	-6,7	-6,6	-15,7	-6,5	-9,2	-12,6	-8,7	-11
HNt (g/kg forraje)	-28,6	-33,2	-23,9	-39,1	0,3	-32,6	0,3	-21,3	-21,8	-20,6	-23	-22,9	-22,3	-20,8	-33,2	-25,2	-33,7	-34,1	-27,6	-33,7	-32,4	-40,6	-40,8	-41	-42,6	-36,7	-40,3	-39,8
HNr (g/kg leche)	5,9	8,4	8,9	7,2	7,6	7,2	7,6	18,1	16,5	26,2	51,5	24,5	23,6	23,2	25,3	-22,8	37,6	35,4	33,3	32,1	31,2	20,3	17,3	27	31,6	27,8	27,8	26,6
HNr (gr/kg forraje)	-29,6	-32,7	-33,1	-39,4	0,2	-33,3	0,2	-5,2	-0,4	-2,1	1,3	1,9	0,4	25	-13,8	-7,8	-10,1	-5,7	5,4	-7,1	-5	-23,5	-17,6	-19,9	-16,8	-5,9	-16,4	14,3
N ₂ O (g/kg leche)	5,2	18,1	12,1	17,2	17,2	25,9	2,4	1,7	-6	3,4	-1,7	-4,3	-2,6	-2,6	7,8	-2,6	6	2,6	-8,6	2,6	0,9	6,9	-5,2	5,2	1,7	-1,7	0,9	0
Leche vaca (kg/d)	-0,7	5,3	-1,9	-0,8	2,1	0,2	0,8	-1,8	4,3	-3	-2,8	-0,1	-1,3	-0,5	-10,6	-3,3	-11,8	-11,2	-8,2	-9,9	-9	-10,5	-2,3	-12,1	-11,4	-8	-10	-8,8
Leche (t/año)	-0,7	5,3	-1,9	-0,8	2,1	0,2	0,8	15,3	32,3	21,8	33,7	37,5	31,2	-0,5	-1	16,2	4,7	16,9	20,7	13,6	-6,6	-8,7	8,9	-3,2	8,2	12,4	5,8	7,1
iLUC (kg CO ₂ /kg leche)	-46,3	-46,3	-70,1	-46,3	-46,3	-45,8	-46,3	-21,5	-27,7	-18,6	-7,3	-24,3	-33,2	-23,7	-29,4	-36,2	-24,9	-30,5	-32,2	-31,1	-31,6	-36,2	-42,9	-35	-36,2	-39,5	-37,9	-39
iLUC (kg CO ₂ /kg forraje)	-69,3	-71,3	-84,3	-74	-57	-71,1	-57	-45,7	-46,6	-45,7	-46,6	-46,6	-46,4	-45,3	-57,8	-58,5	-57,6	-58,3	-53,9	-58,3	-57,4	-64,9	-65,3	-64,7	-65,1	-61,6	-65,1	-64,5
FNDf (kg/100 kg PV)	-12,7	-14,7	-8,2	-5,7	-6,4	-7,2	-4,8	-11,1	-13,2	-6,3	-3,7	-3,7	-5,2	-3,4	-1,5	-3,7	4	6,1	4,2	5,2	7,5	9,6	6,7	14,4	18,4	16,2	17,4	19,9
MS consumida (kg/vacay día)	0,9	0,9	0,9	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	-0,9	0,9	0,5	0,7	0,9	0,9	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vacas de leche (n°)	0	0	0	0	0	0	0	17,4	26,8	25,5	37,6	37,6	32,9	0	10,7	20,1	18,8	31,5	31,5	26,2	2,7	2	11,4	10,1	22,1	22,1	17,4	17,4
CO _{2e} (kg/kg leche)	1,4	3,7	4,5	1,3	3,5	2,4	0,8	2,8	-3,9	7,4	-2	-0,7	-1,6	0,2	8,2	-0,6	7,6	3,3	-4,7	2,4	4,5	8,8	-1,6	8	3	3,2	2	4,8
CO _{2e} (kg/kg forraje)	-23	-29,1	-34,2	-34,2	7,7	-26,1	7,6	-15,5	-27,5	-20	-23,7	-23,4	-21,7	-19,7	-17,4	-23,6	-22	-25,2	-17,3	-23,5	-21,6	-20	-26,1	-30,4	-27,5	-19,9	-25,8	-24
CO ₂ (g/kg leche)	0,4	0,3	5	1,7	0,5	1,5	0,3	0	-7,9	2,9	-6,7	-4,6	-2,9	-3,3	0,4	-9,2	-0,4	-2,9	-12,1	-3,3	-3,8	-1,3	-12,1	-2,5	-5,4	-8,4	-5,9	-6,3
CH ₄ (kg/kg leche)	1	1,4	1,9	-3,4	1,2	-3,6	0,7	4,8	-1	11,1	0,7	2,7	-0,5	3,1	12,8	4,6	12,8	7,2	0,7	5,8	10,4	15,2	5,6	15	8,2	11,4	7	12,6

Los escenarios ESC1-ESC7: sucesión de maíz con: ESC1: raigrás italiano; ESC2: trébol *incarnatum*, ESC3: raigrás italiano + trébol *incarnatum*; ESC4: avena; ESC5: avena + veza; ESC: triticale; ESC7: triticale + habines; SCE8-SC14: mismas sucesiones que ESC1-ESC7, con igual número de vacas e igual consumo de pienso a la base u origen; ESC15-ESC21: igual que ESC8-ESC14, con una reducción 15 % de concentrado; ESC22-ESC28: igual que SCE8-SCE14, con una reducción del 30 % de concentrado



y 15 minutos), formulados para estimular la función hepática y mejorar el apetito del ganado. Esta solución ayuda a garantizar una recuperación completa y refuerza la salud de las vacas en riesgo.

- Apoyo hepático: favorece la desintoxicación y el funcionamiento óptimo del hígado.
- Estímulo del apetito: contribuye a mantener la ingesta calórica adecuada.

Ketanima, reducción del riesgo de cetosis con eficacia comprobada

Ketanima incorpora una combinación de tres sustancias glucoplásticas que favorecen el metabolismo energético y facilitan el retorno a una producción láctea elevada.

- Mejora metabólica: optimiza el uso de energía en el organismo.
- Producción sostenida: ayuda a las vacas a mantener niveles altos de producción láctea.

IMPACTO ECONÓMICO Y PRODUCTIVO

Con los productos de VetAnima, no solo proteges la salud de tu ganado, sino que aseguras también un impacto económico positivo en tu explotación. La mejora de la productividad y la reducción de los riesgos asociados a deficiencias nutricionales y enfermedades metabólicas convierten estas soluciones en herramientas indispensables para el manejo moderno del ganado bovino.

VetAnima: soluciones innovadoras para mejorar la salud y la productividad del ganado bovino

VetAnima presenta su exclusiva línea de piensos complementarios, diseñada para optimizar la salud del ganado bovino y potenciar su producción. Con propuestas específicas para el periparto y soluciones avanzadas frente a la cetosis bovina, sus productos responden a las necesidades más exigentes de la industria ganadera.

ANIMA BOL CALCI-5, EL ALIADO ESENCIAL DURANTE EL PERIPARTO

Anima Bol Calci-5 aporta una fórmula innovadora que combina cinco fuentes de calcio, enriquecidas con una elevada concentración de vitamina D y fósforo. Está específicamente diseñado para cubrir la alta demanda de nutrientes que experimentan las vacas en el periparto.

- Absorción rápida (hasta 15 minutos): garantiza una disponibilidad inmediata de nutrientes.
- Efectos inmediatos: ideal para satisfacer las necesidades más críticas del ganado.

- Apoyo nutricional integral: previene deficiencias y mejora la salud general

ANIMA BOL KETOCONTROL Y KETANIMA, DOS SOLUCIONES PARA LA CETOSIS BOVINA

La cetosis bovina supone un importante reto para la salud y la productividad del ganado. Para hacerle frente, VetAnima ofrece dos soluciones innovadoras:

Anima Bol Ketocontrol, un enfoque integral para el control de la cetosis

Anima Bol Ketocontrol combina dos bolos de disolución rápida (entre 5

