

8

AVALIACIÓN DAS EMISIÓN S DE GASES DE EFECTO INVERNADOIRO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS CON CINCO TIPOS DE FORRAXE





Autores artigo orixinal: V. García Souto, S. Foray, R. Lorenzana, M. Veiga-López, S. Pereira Crespo, L. González González, G. Flores Calvete, D. Báez, A. Botana e C. Resch Zafra

En: *Italian Journal of Animal Science*. 21(1):378-389. 2022

O obxectivo deste traballo foi comparar a pegada de carbono dos cinco sistemas de alimentación de vacas leiteiras máis comúns en Galicia mediante o seguimento das racións dos animais, da produción de leite e das emisións de gases de efecto invernadoiro en cada un dos sistemas.

Sistemas forraxeiros comparados

Comparáronse os seguintes sistemas de alimentación:

1. Raigrás italiano en rotación con millo.

As racións con estes dous tipos de forraxes, que se consumiron ensiladas, foron combinadas cun concentrado comercial. Estas vacas estiveron estabuladas durante todo o experimento.

2. Mestura raigrás híbrido con tres leguminosas en rotación con millo. Similar ao

anterior, pero unha versión mellorada pola presenza de 3 trevos anuais (trevo migueliano, trevo persa e trevo encarnado).

3. Mestura raigrás híbrido con tres leguminosas en rotación con sorgo. Unha versión similar á anterior, pero máis tolerante á seca, debido á substitución do millo polo sorgo.

4. Pasto de mestura de raigrás híbrido e trevo violeta. Os animais neste sistema pastaban 2/3 do tempo e permaneceron estabulados o outro 1/3, cando non había pasto, período no cal eran alimentados con ensilaxe da mesma pradeira. A ración complementouse cun concentrado que cambiaba de composición dependendo de se as vacas estaban comendo pasto ou silo.

5. Pasto de raigrás inglés. Neste sistema o manexo dos animais e dos concentrados da ración foron similares ao sistema anterior.



Segando o raigrás italiano para ensilar



Alzado dos cultivos de millo e de sorgo para a sementeira dos cultivos de inverno (esq.) e sementeira dos cultivos de verán (dta.)

Produción das forraxes

O estudo tivo lugar durante 287 días no Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo en 2019. Os diferentes tipos de forraxes foron producidos ese mesmo ano e o anterior. Na táboa 1 indícanse os aspectos máis relevantes desta produción,

tales como especie, variedade, densidade de sementeira, data de sementeira, fertilización e data de recollida. A preparación da terra tivo lugar nos días previos á data de sementeira. En todos os sistemas se empregaron os herbicidas necesarios para controlar as adventicias.

	ESPECIE, VARIEDADE, DENSIDADE	DATA SEMEITEIRA	FERTILIZACIÓN DE FONDO (KG/HA OU M ³ /HA)		FERTILIZACIÓN DE COBERTOIRA	DATA RECOLLIDA
Raigrás italiano	<i>Lolium multiflorum</i> , cv Promenade (40 kg/ha)	Outubro	108 K ₂ O 12 m ³ xurro		61 N (kg/ha)	Abril
Raigrás híbrido + 3 trevos	<i>L. hybridum</i> , cv Barsilo (13 kg/ha) <i>Trifolium incarnatum</i> , cv Inta (6 kg/ha) <i>T. resupinatum</i> , cv Kyambro (3 kg/ha) <i>T. michelianum</i> , cv Bolta (3 kg/ha)	Outubro	17 N 118 K ₂ O 9 m ³ xurro			Maio
Millo	<i>Zea mays</i> Ciclo FAO 300	Maio	ROTACIÓN CO RAIGRÁS ITALIANO	ROTACIÓN CO RAIGRÁS HÍBRIDO + 3 TREVOS	20 N (só despois do Raigrás italiano)	Setembro
			93 N 70 P ₂ O ₅ 32 K ₂ O 25 m ³ xurro	68 N 56 P ₂ O ₅ 7 K ₂ O 32 m ³ xurro		
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> , cv. Pioneer [®] (250.000 sementes/ha)	Maio	48 N 28 P ₂ O ₅ 162 K ₂ O 28 m ³ xurro			Setembro
Raigrás híbrido + Trevo violeta	<i>L. hybridum</i> , cv Barsilo (18 kg/ha) <i>T. pratense</i> , cv Lemmon (25 kg/ha)	Setembro (Cada 2 anos)	100 P ₂ O ₅ 150 K ₂ O			3 cortes: Maio Xuño Agosto
Raigrás inglés	<i>L. perenne</i> , cv Barsintra (35 kg/ha)	Setembro (Cada ±5 anos)	120 N 75 P ₂ O ₅ 150 K ₂ O			3 cortes: Maio Xuño Agosto

Sistemas forraxeiros comparados

Manexo das vacas na explotación

No estudo empregáronse 30 vacas múltiples Holstein de potencial leiteiro moderado (9.000 a 10.000 kg/lactación), 6 vacas por cada un dos 5 sistemas de alimentación comparados, coidando de facer grupos o máis homoxéneos posible.

Como dicíamos, as vacas dos sistemas **1, 2 e 3** estiveron estabuladas durante todo o experimento. A cantidade de alimento que consumían foi controlado cun sistema automático de alimentación. Pola súa banda, as vacas dos sistemas **4 e 5**, no período de pastoreo, só entraban nas cortes despois da muxidura para comer o concentrado (tamén controlado con alimentadores individuais), para logo volver ao pasto. Na época de falta de pasto, estes animais estabuláronse e consumiron as ensilaxes producidas nas respectivas pradeiras. En todos os grupos (1, 2, 3, 4 e 5) a muxidura tivo lugar 2 veces ao día, ás 8 da mañá e ás 7 da tarde.

A forraxe de base consumida polos animais estabulados mesturouse con concentrado comercial nun carro *unifeed* nunha proporción en materia seca (MS) de 80 % forraxe e 20 % concentrado. A composición exacta da ración en cada sistema de alimentación variou ao longo do experimento segundo o estado de lactación (ver artigo orixinal para información detallada da ración en cada sistema, así como para a fórmula empregada para o cálculo da cantidade de alimento ingerido). O consumo total de concentrado foi fixado de antemán para non superar os 1.500 kg/vaca ao longo da lactación en ningún dos tratamentos.

Cálculo das emisións de gases de efecto invernadoiro

Para o cálculo dos gases de efecto invernadoiro (GEI) empregouse o programa *CAP'2ER(R)* (*Cálculo Automatizado do Comportamento Medioambiental na Cría de Ruminantes*), do Instituto Gandeiro Francés (Institute de l'Elevage). Este programa é unha ferramenta de axuda para a toma de decisións nas explotacións leiteiras e baséase no concepto da *Avaliación do Ciclo de Vida*, que avalía o impacto ambiental global

das entradas e saídas de materiais e produtos na explotación.

O programa calcula tres tipos de emisións clave para o resultado final:

- **Emisións entéricas:** van depender de factores como a materia seca ingerida, a proporción de concentrado na ración e o peso do animal.
- **Emisións debido ao esterco:** dependen de factores como o tipo de animal, a cantidade de materia orgánica non dixerible da ración, a capacidade máxima de produción de metano e o factor de conversión do metano.
- **Factores de emisión debido ás entradas e aos cultivos:** considéranse as emisións asignadas ás diferentes entradas necesarias para producir as forraxes e a cantidade de materia seca producida. Para as materias compradas fóra da granxa, empregáronse os factores de emisión achegados por un banco de datos (*Agribalyse* ou *Ecoalym*). (Para información sobre as fórmulas para calcular cada un destes tipos de emisións consultar o artigo orixinal).

Resultados

1. Producción de forraxes

O millo foi a forraxe con maior rendemento de todas as comparadas, superando o sorgo nun 15 % (12,3 vs. 10,7 t MS/ha). En canto aos cultivos de inverno, o raigrás italiano tivo 17 % máis rendemento que a combinación raigrás híbrido



Nave de alimentación do CIAM co sistema de comedeiros electrónicos



Visita de agricultores e técnicos aos campos experimentais

+ 3 leguminosas (6,8 vs. 5,6 t MS/ha). No que respecta aos cultivos perennes, o rendemento do raigrás perenne do sistema 5 foi superior nun 24 % ao da mestura raigrás híbrido + trevo violeta do sistema 4 (10,7 vs. 8,6 t MS/ha). Nas calidades da forraxe, destacou a alta dixestibilidade do millo fronte ao sorgo (70 % vs. 55 %), así como a maior dixestibilidade do raigrás inglés respecto do raigrás híbrido + trevo violeta (70 % vs. 65 %).

2. Efecto da alimentación sobre a produción de leite

A maior produción de leite ao longo do experimento (corrixida polo contido de graxa e proteína) foi a dos sistemas 2 (rotación millo e raigrás italiano) e 1 (rotación millo e raigrás híbrido + leguminosas) (7,889 e 7,762 litros, respectivamente). O sistema de alimentación 4 (raigrás híbrido + trevo violeta) foi o que tivo menor produción (7,120 litros). A porcentaxe de graxa foi alta en todos os grupos debido á alta proporción de forraxe presente en todas as racións.

3. Efecto da alimentación sobre a produción de gases de efecto invernadoiro

As emisións de GEI tenden a ser máis altas en sistemas como o 1, 2 e 3, que precisan maiores entradas de fertilizantes, enerxía etc. Entre os sistemas 1 e 2 (que comparan a presenza ou non de leguminosas en rotación co millo), as emisións foron menores no 2, porque o emprego de leguminosas permitiu reducir a cantidade de concentrado na ración, así como a de fertilizante na produción da forraxe. **O sistema 3 (sorgo e raigrás híbrido + 3 trevos) foi o sistema coa maior produción de GEI** (764 de equivalentes de CO₂ por litro de leite producido), debido a que conflúen a baixa produción leiteira, que non compensa as altas emisións asociadas, cunha fermentación entérica máis elevada nos animais

que recibiron este tipo de alimentación debido á baixa dixestibilidade do sorgo. No extremo oposto, **os sistemas 4 e 5 mostraron a menor emisión de GEI** por unidade de leite producido, debido á capacidade destes sistemas de pasto permanente de contribuír á captación de carbono. Entre eles, **o sistema 4 (pastoreo de raigrás híbrido + trevo violeta) foi o sistema coa menor emisión** (507 de equivalentes de CO₂ por litro de leite producido), debido a que ao secuestro do C hai que engadirlle o aforro de fertilizante pola presenza de leguminosas.

Conclusións

1. Os sistemas de alimentación coas vacas estabuladas (intensivos) producen máis equivalentes de CO₂ por kg de leite producido que os sistemas de pastoreo (extensivos). Dado que estes últimos teñen unha menor produción de leite que os sistemas intensivos, os sistemas de pastoreo vense altamente penalizados se non existen incentivos institucionais.
2. O emprego de leguminosas é recomendable para reducir as emisións de GEI debido a que permite unha maior autosuficiencia en proteína e unha redución do uso de fertilizantes.
3. A decisión de considerar ou non as emisións indirectas debidas ao *cambio do uso do solo* (LUC)¹ ten un impacto decisivo na medición final das emisións e penaliza os sistemas que empregan soia nos concentrados. O aumento da produción de proteína na explotación e a substitución da soia por subprodutos da industria local permiten diminuír ou eliminar a pegada de carbono debida ao cambio do uso do solo.
4. A autosuficiencia en proteína, ou a cantidade de forraxe producida na propia explotación, é un importante indicador do grao de resiliencia dunha explotación ante eventos como a subida de prezos das materias primas ou futuras taxas debidas á emisión de equivalentes de CO₂.

¹ O uso masivo de soia na alimentación animal fai que este cultivo ocupe hoxe enormes áreas, dando lugar a un importante factor de emisión denominado de "cambio do uso do solo" (LUC). O factor elixido por cada programa presenta unha gran flutuación e é decisivo no cálculo final das emisións en sistemas que empregan este cultivo.