



Pegada hídrica das explotacións leiteiras segundo a tipoloxía de alimentación

Neste artigo amosamos os resultados da investigación levada a cabo a partir da análise de 53 explotacións situadas na cornixa cantábrica, que foron agrupadas en seis tipoloxías de alimentación, co obxectivo de estimar a pegada de auga doce das forraxes producidas na granxa e a do litro de leite corrixido por graxa.

G. Salcedo^{1,*}, A. Varsaki², D. Salcedo-Rodríguez³

¹ CIFP, La Granja, 39892 Heras, Cantabria

² Centro de Investigación e Formación Agrarias (CIFA), Cantabria

³ INDRA, Dpto. Sistemas de información, Madrid

*gregoriosal57@gmail.com

RESUMO

Cincoenta e tres explotacións leiteiras de Galicia, Asturias, Cantabria e Navarra agrupáronse en seis tipoloxías de alimentación: a) *Ecolóxico*, (Eco); b) *Pastoreo convencional*, (PasCon); c) *Presebe-Pastoreo*, (PePa); d) *Ensilado de herba* (EHba); e) *Ensilado de millo*, (EMz) e f) *Ensilado de herba e de millo*, (EHba-EMz) para esti-

mar a pegada hídrica das forraxes producidas na explotación (HH_p) e a dun litro de leite corrixido por graxa (HH_f). A HH_f foi diferente no conxunto de forraxes, con medias de 895 litros de auga por quilo de materia seca e maior na herba de pradería (719 litros), e inferior o millo con 301 litros e 267 litros o raigrás italiano. A repartición da HH_f foi do 85,6 % como auga verde; 1,2 % azul e 13 % gris. A menor auga gris rexistrouse na pradería (9,3 %) e a máxima do 24,2 % en raigrás italiano. Entre tipoloxías, a auga azul foi maior en EHba-EMz (20,4 %) e do 19,3 % en EMz. A HH_{ECM} no conxunto de explotacións foi de 1080 litros, con máximos en Eco (1304 litros) e

mínimos de 716 en EMz. A distribución da HH_{ECM} foi de 948, 40 e 91 litros de auga verde, azul e gris, respectivamente.

A maior porcentaxe de auga verde localizouse en Eco (89,9 %) e o menor do 83,5 % en EHba-EMz e EMz e a auga azul superior en EHba-EMz e a menor en EHba. A HH_{ECM} das explotacións con cultivos forraxeiros anuais reduciuse un 23,2 % equivalente a 258 litros. A compra de alimentos representou o 62,7 % da pegada dun litro de leite. As variables relacionadas co prado e o consumo de concentrado tenden a incrementar a pegada hídrica; mentres, a produción e a dedicación da superficie a cultivos forraxeiros tende a reducila.

► CUANTIFICAR A PEGADA HÍDRICA DO LEITE E IDENTIFICAR OS PUNTOS CRÍTICOS DE CONSUMO DE AUGA AO LONGO DA CADEA ALIMENTARIA É UN PRIMEIRO PASO PARA REDUCIR AS PRESIÓNS SOBRE OS SISTEMAS DE AUGA DOCE QUE RESULTAN DA PRODUCCIÓN GANDEIRA

INTRODUCCIÓN

A auga considérase coma o nutriente máis importante nas vacas leiteiras (Beede, 1994, National Research Council, 2001, Beede, 2005). En xeral, máis da metade do peso vivo daquelas está formada por auga, atopándose o 50 % nos fluídos intracelulares, o 16 % é fluído intersticial e o 5 % mantense nos fluídos do plasma (Haupt, 1970). O resto da auga, que pode variar moito en volume, mantense no tracto dixestivo. Tres son as fontes de auga para as vacas leiteiras, i) a inxestión voluntaria, ii) a contida nos alimentos e a metabólica derivada do alimento e iii) as reservas corporais a través dos procesos metabólicos (Beede, 2005).

O maior consumo de auga procede da produción de alimentos (Mekonnen e Hoekstra, 2012). No entanto, a pegada hídrica de calquera produto animal é maior que a dos produtos agrícolas con valor nutricional equivalente (Mekonnen e Hoekstra, 2012). A redución da presión sobre os recursos hídricos dos produtos alimenticios presenta un gran desafío á humanidade e o coñecemento do consumo de auga é relevante para que os gobernos nacionais planifiquen e avalíen a súa política ambiental e seguridade alimentaria (Hoekstra e Mekonnen, 2012).

A demanda crecente de alimentos de orixe animal, o aumento da poboación (Wirsén *et al.*, 2010) e a eficiencia na produción de alimentos sustentables (Johnston *et al.*, 2014) son aspectos relevantes nos sistemas leiteiros. Neste sentido, cuantificar a pegada hídrica do leite e identificar os puntos críticos de consumo de auga ao longo da cadea alimentaria é un primeiro paso para reducir as presións sobre os sistemas de auga doce que resultan da produción gandeira e, ao mesmo tempo, proporcionarlle información ao usuario final (UNEP, 2007).

O clima da cornixa cantábrica é similar ao de Europa Occidental, de tipo Cfb segundo a clasificación de Köppen, que corresponde ao chamado clima ►



No todos los fertilizantes nitrogenados son iguales



Equilibrio perfecto en
nitrógeno y magnesio



Mayor proteína y
cantidad de forraje

Numerosos estudios de I+D han demostrado que la menor pérdida de nitrógeno se consigue con la aportación de un **equilibrio perfecto en nitrógeno y magnesio** lo que se traduce en mayor proteína y cantidad de forraje. Fertimón ha conseguido con **NITROFERTIMON**, ese equilibrio a un nivel que aporta ningún otro fertilizante.



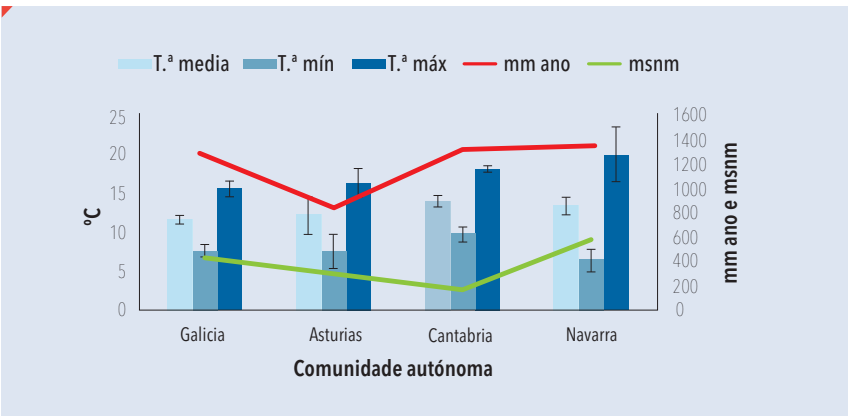
GRUPO
SOAGA

Parque Empresarial Vilanova, 36.614
Baión-Vilanova de Arousa (Pontevedra)
Tel.: +34 986 516 030 · soaga@soaga.com
www.soaga.com

Táboa 1. Tipoloxías e número de explotacións

	Galicia	Asturias	Cantabria	Navarra	Total
Ecolóxicas, (Eco)	2	3	3	1	9
Pastoreo-Convencional, (PasCon)	4	-	2	3	9
Presebe-Pastoreo, (PePa)	-	3	-	-	3
Ensilado herba, (EHba)	3	3	3	-	9
Ensilado millo, (EMz)	5	3	3	-	11
Ensilado herba-millo, (EHba-EMz)	5	3	-	4	12
Total	19	15	11	8	53

Figura 1. Temperaturas medias, mínimas e máximas, precipitacións e altitude entre comunidades autónomas



oeánico ou atlántico, temperado e húmido, característico das rexións máis occidentais das grandes masas continentais como Europa Occidental. Este clima definido como temperado mesotermal, sen estación seca e con veráns suaves (Gutiérrez *et al.*, 2010), convérteo en favorable para a produción de pastos e forraxes (Piñeiro e Díaz (2005). Con todo, as previsións para o período 2000-2100 Gutiérrez *et al.* (2010) indican reducións significativas de choiva e incrementos e temperatura.

O consumo de auga desde a orixe ata a porta da granxa (pegada hídrica) foi definida pola Water Footprint Network (WFN) como a suma volumétrica de auga ao longo de toda a cadea de subministración dun produto (Hoekstra *et al.*, 2011), formada por verde, azul e gris. O compoñente verde da pegada hídrica refírese á auga de choiva consumida polo cultivo. A auga azul fai referencia á superficial e subterránea que se consome (incluída a auga a evaporada e a auga que se incorporou ao produto) á saída da granxa. O volume de auga doce necesario para reducir os contaminantes a niveis ambientais denomínase gris.

O obxectivo deste traballo foi determinar os principais axentes que

contribúen ao consumo de auga doce dun litro de leite corrixido por graxa (ECM) á saída da granxa de 53 explotacións leiteiras procedentes de 6 tipoloxías de alimentación situadas na cornixa cantábrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Explotacións

As comunidades autónomas implicadas, o número de explotacións e as tipoloxías de alimentación analizadas veñen indicadas na táboa 1. As entrevistas realizáronse in situ durante o ano 2018, as cales incluían cuestións relacionadas con: i) *localización*, ii) *a base territorial e distribución forraxeira*, iii) *a fertilización*, iv) *a composición e manexo do rabaño*, v) *a alimentación dos animais*, vi) *a produción e composición química do leite* e vii) *consumo de enerxía*. O cuestionario formulado aos gandeiros foi indicado por Salcedo e Salcedo (2022). As temperaturas, mínima, máxima e media (°C), a precipitación anual (l/m²) e a altitude das explotacións dentro de cada comunidade veñen representadas na figura 1.

O modelo CROPWAT® (Allen *et al.*, 1998; FAO, 2009) foi usado para computar a evaporación do cultivo ET_{ou} (mm día) de referencia (Allen *et al.*, 1998). A evapotranspiración

► A MENOR PEGADA DO MILLO FOI ATRIBUÍDA Á SUPERIOR PRODUCCIÓN DE BIOMASA POR UNIDADE DE TEMPO DE CULTIVO (56,8±10,6 KG MS HA⁻¹ DÍA), COINCIDINDO COS MESES DE MENOS PLUVIOMETRÍA

potencial (ET_p) sobre o período de crecemento dos cultivos asumindo a máxima dispoñibilidade de auga no chan (Allen *et al.*, 1998) foi derivado do CROPWAT®. Os datos de temperaturas máximas e mínimas, humidade, velocidade do vento, insolación horaria e precipitacións foron proporcionadas por cada comunidade autónoma e un patrón específico de cultivo de acordo a cada zona.

A produción de materia seca de cada cultivo estimouse co modelo DairyCant Salcedo (2020).

Unidade funcional

Os límites do sistema veñen sinalados na figura 2. A unidade funcional utilizada neste traballo foi a dun litro de leite corrixido por graxa (Sjanja *et al.*, 1990) á saída da explotación, que representa a suma da auga utilizada na produción de alimentos propios (auga_p), alimentos comprados (auga_c), bebida (auga_b) e de limpeza (auga_l) conforme a Mekonnen e Hoekstra (2012).

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Caracterización das explotacións

En xeral, a superficie media no conxunto de explotacións foi de 46,2±30 hectáreas, das cales o 70,2±36 % corresponden a pradería e o 29,8±36 % de cultivos forraxeiros (millo e raigrás principalmente) e diferentes entre tipoloxías (táboa 2). O número de vacas leiteiras foi de 80±68, con máximos de 149±96 en EMz e mínimos de 25±11 en PePa. Os alimentos de produción propia representaron o 54,8±13,5 % reducíndose conforme ►aumenta a

Balsas MN é unha empresa localizada na zona centro de Galicia dedicada á fabricación e montaxe de balsas para almacenamento de auga, xurros, lodos e todo tipo de residuos, así como estanques, lagos, encoros artificiais e impermeabiliación de vertedeiros, terrazas, cubertas, canles de rego, etc. Para iso contamos cunha ampla gama de materiais en polietileno e PVC.

Debido á nosa situación xeográfica, ao coñecemento da actividade agrícola e gandeira e aos cambios nas políticas medioambientais, especializámonos na construción de balsas de polietileno para o almacenamento de xurro, tanto de balsas novas como de zanxas que está sendo obrigatorio impermeabilizar.

As vantaxes deste tipo de balsas con respecto ás fosas tradicionais son innumerables:

- Rapidez de instalación (1-2 días).
- Redución de ata a terceira parte do custo respecto dunha fosa tradicional, o que quere dicir que o mesmo investimento permite cubicar o triplo de capacidade, permitindo, polo tanto, almacenar xurro e abono orgánico, incluso de fóra da explotación, para as épocas de abonado, co correspondente aforro e mellora da estrutura do solo.
- Permite un crecemento da explotación máis flexible, xa que en 2-3 días se pode facer unha ampliación da balsa a un custo reducido.
- Consecuente co impacto ambiental, xa que pode ser desmontada con facilidade, o que permitiría un cambio de localización cun custo mínimo.



Posibilidade de recubrilas con estrutura metálica e lona



Posibilidade de construción con rampla de acceso e superficie de formigón para facilitar posibles limpeza posteriores

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Balsas para almacenamento de xurros, auga, lodos, residuos... • Estanques, lagos e encoros artificiais, canles de rego... • Impermeabilización de vertedoiros, terrazas, cubertas, fachadas... • Distribuidores de depósitos de almacenamento de auga de ata 500 m³. | <ul style="list-style-type: none"> • Subvencionadas pola Xunta de Galicia. • Dende un céntimo por litro. • Rapidez de instalación (1-2 días). • Amortizable ata en 3,5 anos. |
|---|--|

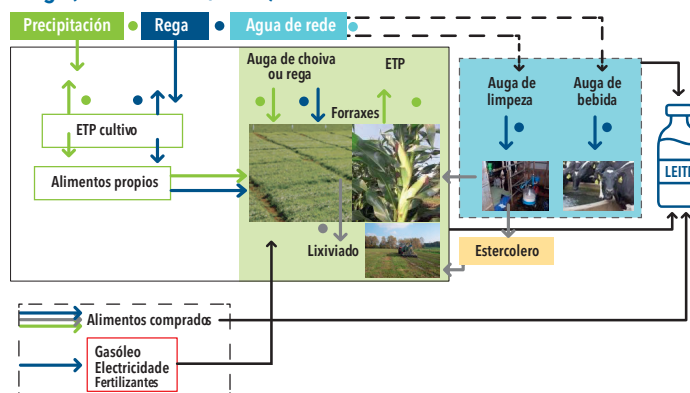


NOVIDADE!

Balsas flexibles para almacenamento de xurro ou auga. Con esta solución aforramos a cuberta e os traballos de excavación.

► A HUMIDADE DAS DIETAS NAS VACAS LEITEIRAS FOI DO $53,8 \pm 12$ %, SEN DIFERENZAS SIGNIFICATIVAS NO CONXUNTO DE TIPOLOXÍAS

Figura 2. Límites do sistema e fontes de consumo de auga para o método de pegada hídrica das granxas da cornixa cantábrica. As liñas coloreadas de verde, azul e gris corresponden ao tipo de auga (Hoekstra *et al.*, 2011)



intensificación da explotación (táboa 2); mentres, a compra de forraxes e concentrados simbolizan o $17,8 \pm 16,5$ % e o $82,1 \pm 16$ %, respectivamente, dos comprados. As explotacións máis intensivas deste traballo foron consideradas as de maior produción anual de leite, volume de leite por hectárea e número de vacas leiteiras.

A altitude non foi diferente entre tipoloxías, pero si entre comunidades autónomas (CC. AA.), maior en Navarra ($P < 0,05$), con 559 ± 158 msnm, e a menor en Cantabria, de 153 ± 129 m. A precipitación media anual foi menor en Asturias con 848 ± 83 litros m^2 , sen diferenzas nas outras e a menor na tipoloxía PePa (táboa 2). A temperatura media foi menor en Galicia e Asturias (figura 1) e entre tipoloxías a maior localizouse nas explotacións da tipoloxía Eco (táboa 2). A altitude das explotacións entre tipoloxías presenta un maior coeficiente de variación (72,8 %), seguido das precipitacións (30,2 %); mentres, a temperatura media, máxima e mínima fixérono co 13,3 %; 13,5 % e 22,2 %, respectivamente.

ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA

Alimentos

O volume de auga no conxunto de forraxes producidas na explotación foi de 895 ± 364 litros kg^{-1} materia seca, con máximos de 1130 ± 449 litros en EHba-EMz e mínimos de 710 ± 140 litros en Eco (táboa 3), dentro do rango de 413 a 1045 litros sinalados en Irlanda por Murphy *et al.* (2017). A herba de pradeira rexistrou o maior volume, equivalente a 734 ± 199 litros ($P < 0,05$), sen diferenzas entre o millo e o raigrás italiano con 301 ± 157

Táboa 2. Características técnicas, climáticas e altitude das explotacións

	Eco	PasCon	PePa	EHba	EMz	EHba-EMz	et
Superficie, has	48,3ab	37,9ab	16,6a	37,3ab	68,6b	45,8ab	4,1
Pradeira, %	100b	98,8b	94,8b	92,3b	28,1a	42,1a	4,9
CFA, %	-	1,1a	5,2a	7,6a	71,8b	57,9b	4,9
N inorgánico, $kg\ ha^{-1}$	-	76ab	1a	59ab	126b	115b	12
N orgánico, $kg\ ha^{-1}$	80a	86a	267b	251b	420c	487c	29
Vacas leiteiras, n.º	45a	39a	25a	49a	149b	111b	9
Leite ECM, $t\ ha^{-1}$	6,5a	8,3a	19,5bc	12,8ab	29,7b	30,4b	1,8
MS producida, $t\ ha^{-1}$	5,9a	6,6a	4,9a	5,4a	10,1b	9,1b	0,38
MS inxerida $t\ ha^{-1}$	7,9a	9,5a	21,8bc	14,1ab	26,4c	27,5c	1,6
MS propia, %	68,5c	61,7bc	63,3c	43,6a	50,2ab	50,1ab	1,9
MS comprada, %	31,4a	38,2ab	36,6a	56,3c	49,8bc	49,9bc	1,9
Humidade dieta, %	55,6	60,0	46,6	47,1	51,1	55,2	1,7
Altitude, msnm	246	417	452	434	225	379	34
Precipitación ano, $l\ m^{-2}$	1185ab	1468b	877a	1263ab	1064a	1061a	49
T. ^a media, °C	13,7c	12,9bc	11,1a	12,1abc	13,0bc	11,6ab	0,2
T. ^a máxima, °C	17,7	18,4	15,9	16,4	17,1	16,1	0,3
T. ^a mínima, °C	9,0b	7,4ab	6,2a	7,9ab	9,0b	6,8a	0,2

Eco, Ecolóxico; PasCon, Pastoreo convencional; PePa, Presebe-pastoreo; EHba, Ensilado de herba; EMz, Ensilado de millo; EHba-EMz, Ensilado de herba e de millo; CFA: cultivos forraxeiros anuais; MS: materia seca; ECM: leite corrixido por graxa (Sjanja *et al.*, 1990); et: erro típico, a,b,c, dentro da mesma fila difíren $P < 0,05$.

e 267 ± 142 litros, respectivamente. A menor pegada do millo foi atribuída á superior produción de biomasa por unidade de tempo de cultivo ($56,8 \pm 10,6$ $kg\ MS\ ha^{-1}\ día$), coincidindo cos meses de menos pluvio-metría. Mentres, o raigrás con 210 días de cultivo foi $27,2 \pm 3,1$ $kg\ MS\ ha^{-1}\ día$, nos meses de maior precipitación.

A porcentaxe de auga verde, azul e gris no conxunto de forraxes propias foi do $85,6 \pm 12,4$ %, $1,2 \pm 6,3$ % e $13,1 \pm 8,9$ %, respectivamente. A herba de pradeira rexistrou a maior porcentaxe de auga verde ($90,6 \pm 6,0$ %), inferior ao 99 % sinalado por Murphy *et al.* (2017) en Irlanda, e os menores, en millo e raigrás do $74,1 \pm 16,1$ % e $75,7 \pm 12,6$ %, respectivamente. Soamente dúas explotacións de Navarra utilizan auga azul en millo, represen-

tando o $55,6 \pm 1,1$ % da pegada hídrica, o $33 \pm 0,5$ % da auga total para o conxunto de forraxes, equivalente a $60,5 \pm 17,5$ litros de auga azul por litro de leite corrixidos por graxa (ECM).

A menor porcentaxe de auga gris rexistrouse na herba de pradería ($9,3 \pm 6$ %) e o máximo do $24,2 \pm 12,6$ %, en raigrás italiano. En xeral, o volume de auga gris por quilo de materia seca foi similar entre cultivos, equivalentes a $62,7 \pm 38$; $65,2 \pm 55$ e $62,6 \pm 53$ litros o millo, a herba de pradería e o raigrás, respectivamente. As tipoloxías, EHba-EMz e EMz rexistron a maior porcentaxe de auga gris ($20,4 \pm 6,8$ % e $19,3 \pm 8,6$ %) respectivamente, imputable á maior achega de fertilizantes nitroxenados de orixe orgánica (486 ± 206 e 420 ± 147 $kg\ ha^{-1}$) e inorgánico (115 ± 88 e 126 ± 124 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente). ►►

INNOVACION, COMPROMISO E GARANTÍA

PRECIOS
SIN COMPETENCIA
Y FINANCIACIÓN ESPECIAL
EN PRECAMPAÑA


CORBAR
MAQUINARIA

RODILLOS LLORENTE

Altísima fiabilidad y máxima adaptación al terreno



**RODILLO MODELO
RTA DE 3 CUERPOS**
ANCHO DE LABOR 6, 7 Y 8 m

Desde
12.500 €



**RODILLO MODELO
DAKOTA DE 2 CUERPOS**
ANCHO DE LABOR 5 Y 6 m

Desde
10.000 €



RODILLO LINEAL
ANCHO DE LABOR: 3,5m - 4,5m - 5,5 m

Desde
2.800 €



**RODILLO MECANICO
CON RUEDAS**
ANCHO DE LABOR 2,70 m

Desde
3.300 €



**RODILLO MODELO XTRA-LONG
DE 3 CUERPOS**
ANCHO DE LABOR 8, 9 Y 10 m

Desde
17.500 €

AMPLIA GAMA DE DIMENSIONES Y ESPESORES DE TUBO: 660X12mm, 711X15mm, 820X18mm

VEN A VISITARNOS
TODOS LOS MODELOS EN STOCK

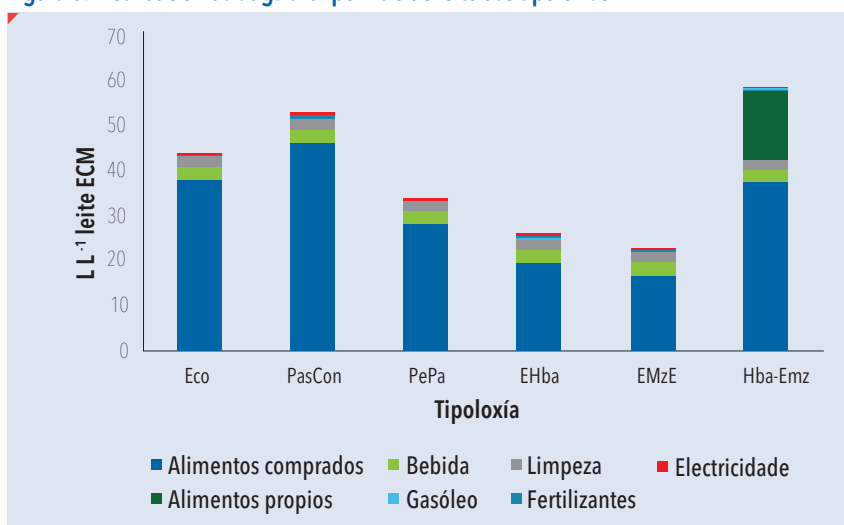
MAQUINARIA AGRÍCOLA CORBAR, S.L.

Polígono Industrial
O Morelle, nave 4
27614 Sarria, Lugo

E-mail: corbar@corbarsl.com
Telf. y Fax: 982 53 14 63
www.corbarsl.com



Figura 3. Distribución da auga azul por litro de leite das tipoloxías



Eco, Ecolóxico; PasCon, Pastoreo convencional; PePa, Presebe-pastoreo; EHba, Ensilado de herba; EMz, Ensilado de millo; EHba-EMz, Ensilado de herba e de millo

Auga de bebida, limpeza e elementos de produción

A porcentaxe de auga azul por litro de leite vén sinalada na figura 3. As causas que afectan ao consumo de auga no gando leiteiro, entre outros, son o peso vivo, a produción de leite, consumo de materia seca, porcentaxe de materia seca do alimento, consumo de concentrados (Khelil-Arfa *et al.*, 2012); contido de sodio da auga (Meyer *et al.*, 2004); temperatura (Cardot *et al.*, 2008) e accesibilidade á auga (King e Stockdale, 1981). Moitas explotacións dispoñen de pozos para a subministración de auga e case todas acceden á auga a través da rede municipal. Tanto a auga de bebida coma a de limpeza catalogadas aquí como auga azul foron consideradas con base na factura anual da auga en m³. A primeira foi 50±13 litros UGM⁻¹ e día, con máximos de 67±16 litros en EMz e mínimos de 39±8 litros en PasCon, en calquera caso, inferiores a 70 litros sinalados polo DairyNZ (2012), e, a segunda, de 41±15 litros UGM⁻¹ e día. O consumo de auga incrementou ata 101±30 litros UGM⁻¹ e día no conxunto de explotacións (P<0,05), cando se suma á de bebida e limpeza a contida nos alimentos (mestura de auga verde, azul e gris), rexistrándose valores máximos de 138±37 en EMz e mínimos de 78±17 litros UGM⁻¹ e día en ecolóxico.

A humidade das dietas nas vacas leiteiras foi do 53,8±12 %, sen di-

ferenzas significativas no conxunto de tipoloxías (táboa 1). Esta porcentaxe non xustificou as diferenzas na inxestión de materia seca nas vacas leiteiras, con mínimas de 16,6±3,0 kg en Eco e máximas de 24,1±1,9 kg en EMz, posiblemente debido ao baixo coeficiente de variación do 23 %. Pola súa banda, Leonardi *et al.* (2005) non observaron diferenzas na inxestión de vacas leiteiras alimentadas con dietas de diferente porcentaxe de humidade.

A auga azul de bebida e limpeza foi de 5,0±0,5 litros l⁻¹ ECM, sen diferenzas significativas entre tipoloxías (táboa 4), e similar ao indicado por Murphy *et al.* (2017) en Irlanda de 5,3±1,9 litros e de 3,9±0,29 litros en Alemaña (Drastig *et al.*, 2010). Mentres, a auga atribuída á electricidade, gasóleo e fertilizantes foi de 1,05±0,91 litros l⁻¹ ECM, con máximos de 1,96±1,73 en PasCon (P<0,05) e a menor nas demais tipoloxías.

Leite

A pegada hídrica por litro de leite ECM (HH_{ECM}) foi de 1080±392 litros e diferente entre tipoloxías (táboa 3), con máximos de 1436±323 en Eco e mínimos de 716±185 en EMz (táboa 3). A maior pegada en Eco é imputable a factores de produción como menor produción de leite e forraxe por hectárea (táboa 2). Estes resultados foron similares a 1096 e 1020 litros sinalados por Mekonnen e Hoekstra, (2010 e 2012); lixeiramente superiores a 953±254 litros

en Europa (Sultana *et al.*, 2014) e superiores a 524±66 litros en Italia Cosentino *et al.* (2015) e 690±135 litros en Irlanda (Murphy *et al.*, 2017). No entanto, a distribución porcentual da HH_{ECM} [(auga verde (HH_{ECMv}); azul (HH_{ECMa}) e gris (HH_{ECMg})] foi diferente entre tipoloxías (táboa 3), con porcentaxes medias do 87,7±3,4 % (948±354 litros); 3,8±1,8 % (40±23 litros) e 8,4±2,4 % (91±41 litros), respectivamente. Factores como a produción de forraxe, produción de leite, consumo de penso por hectárea, tipo de forraxe producida, produción e achega de xurro, entre outros, puideran estar detrás das diferenzas. No entanto, e para as explotacións do presente traballo, a gran dispersión observada para HH_{ECMv} ten a súa orixe á diferenza de precipitación entre as explotacións de Navarra (1354 l/m²) e os 848 litros en Asturias (figura 1). A gran dispersión observada en HH_{ECMv} ten a súa orixe á diferenza de precipitación entre as explotacións de Navarra (1354 l/m²) e os 848 litros en Asturias (figura 1). A maior porcentaxe de HH_{ECMv} rexistrouse en Eco (89,9±1,6 %) e o menor en EHba-EMz e EMz (83,5±3,4 %); HH_{ECMa} foi superior en EHba-EMz (5,7±2,9 %) e a menor en EHba (2,6±0,73 %) e en HH_{ECMg} foi superior en PePa (11,3±3,9 %) e a menor de (6,7±1,1 %) en ecolóxico.

A maior porcentaxe de superficie dedicada a cultivos forraxeiros, principalmente millo en rotación con raigrás italiano nas tipoloxías EMz e EHba-EMz (valor medio 64,8 %), respecto ao 4,67 % de (PasCon, PePa e EHba), reduciu un 21,2 % (252 litros) a HH_{ECMv}; 21,7 % (225 litros) a HH_{ECMv}; 18,0 % (7,8 litros) a HH_{ECMa} e 17,5 % (18,5 litros) a HH_{ECMg}. Zonderland-Thomassen e Ledgard (2012) compararon a pegada hídrica da produción leiteira de dúas rexións diferentes en Nova Zelandia, Waikato (Illa Norte, sen rega, con choivas moderadas) e Canterbury (Illa Sur, con rega, con escasas choivas), os resultados foron de 945 litros de auga por litro de leite corrixido por graxa e proteína nas primeiras e 1084 litros as segundas. A auga verde de Waikato foi do 72 % e do 46 % en Canterbury, indicando a utilización da rega naqueles cultivos de alto rendemento en materia seca. ►

EN VÍDEO



Tfno.: 982 22 14 84
E-mail: info@galical.es
Web: www.galical.es



A suma porcentual de HH_{ECM}^a e HH_{ECM}^g foi do $12,3\pm 3,4$ % (131 ± 56 litros), similar ao $14,1$ % (Mekonnen e Hoekstra, 2010) e ao $14,5$ % (Sultana *et al.*, 2014) indicado en estudos previos. Coincidente con Mekonnen e Hoekstra (2010), a auga dos alimentos (proprios e comprados) representa a maior porcentaxe de HH_{ECM} cun valor medio do $99,3\pm 0,24$ %, maior en Eco $99,5\pm 0,14$ % ($P<0,05$) e menor do $99,1\pm 0,22$ % en EMz. A HH_{ECM} dos alimentos propios difire aos comprados ($P<0,05$), con volumes medios de 396 ± 255 litros e 678 ± 218 litros respectivamente (táboa 3). A variabilidade observada nos primeiros é atribuída ás diferenzas de precipitacións (auga verde), produción tanto de forraxes como de leite por hectárea. A maior HH_{ECM} dos alimentos comprados (forraxes e pensos) rexistrouse en PasCon de 622 ± 247 litros $litro^{-1}$ ECM ($P<0,05$) e, a menor de 174 ± 97 litros en EMz. Mentres, o superior volume auga dos alimentos comprados rexistrouse na tipoloxía PasCon (807 ± 196 litros) e, a menor ($P<0,05$) en PePa con 513 ± 293 litros (táboa 3). En calquera caso, o $84,9\pm 13,7$ % do volume de auga dos alimentos comprados procede dos concentrados e o $15,1\pm 13,7$ % das forraxes.

A figura 3 representa a porcentaxe de auga azul por litro de leite ECM, cun valor medio de 40 ± 23 litros e diferente entre tipoloxías (táboa 3), dos cales, $31,1\pm 14,6$ litros proceden de alimentos comprados, similares a $30,6\pm 10,2$ litros sinalados en Irlanda por Murphy *et al.* (2017). Pola súa banda, Rotz *et al.* (2020) en Pensilvania (USA), sinalan consumos de $13,5$ litros de auga azul (rega, limpeza, consumo e arrefriado do gando. As diferenzas respecto das de Rotz *et al.* (2020) poden ser atribuídas á metodoloxía de cálculo. No presente traballo usouse o modelo CROPWAT® (FAO, 2009), mentres que aqueles utilizaron o Integrated Farm System Model (Rotz *et al.*, 2018), incluíndo ademais da produción e compra de alimentos, a auga usada no transporte. A auga gris foi de 91 ± 41 litros por litro de leite ECM e diferente entre tipoloxías (táboa 3).

A auga asignada a un litro de leite foi de 922 ± 343 litros e diferente entre tipoloxías (táboa 3), do mesmo xeito que a porcentaxe ($P<0,05$) respecto da pegada hídrica total de 1080 ± 392 litros. Porcentualmente, foi superior en EHba-EMz ($89,8\pm 2,1$ %) e a menor en

Eco ($77,9\pm 10,5$ %). En calquera caso e para o conxunto de explotacións, a porcentaxe media foi do $85,4\pm 7,8$ %, similar ao $85,6$ % indicado por defec-to polo IDF (2010). En xeral, a produción de leite vaca e ano reduce a HH_{ECM}^p , HH_{ECM}^v , HH_{ECM}^a e HH_{ECM}^g ($r=-0,73$; $-0,73$; $-0,38$ e $-0,44$, $P<0,01$); mentres, o aumento de concentrado por quilo de leite fornecido ás vacas incrementaas respectivamente $r=0,54$; $0,51$; $0,40$ e $0,56$ ($P<0,01$). A relación entre a produción de leite vaca e ano e a HH_{ECM} foi do tipo: $1832 - (0,093 \text{ Leite})$; $r^2=0,53$, similar á observada por Lu *et al.*, (2018) de $1685 - (0,106 \text{ Leite})$; $r^2=0,51$.

A auga verde non compite co humano, o que cabe pensar en estratexias que reduzan a suma da auga azul e gris (HH_{ECM}^a+g). Así, aumentos dun litro de leite vaca e ano a HH_{ECM}^a+g pode diminuír $0,009\pm 0,002$ litros ($r^2=0,323$ $P<0,001$) e aumentar 289 ± 57 litros ao incrementar a achega de concentrado por litro de leite producido ($r=0,33$ $P<0,001$).

CONCLUSIÓNS

A auga verde representou a maior porcentaxe da pegada hídrica por litro de leite; mentres, a auga azul procede principalmente dos concentrados. A eficiencia de conversión de alimento en leite, a produción de leite e a reserva de superficie agrícola para forraxes anuais máis produtivas que a pradeira por unidade de tempo son ferramentas que contribúen a reducir a pegada dun litro de leite.

AGRADECEMENTOS

Os autores agradecen o financiamento obtido polo INIA e Ministerio de Economía, Industria e Competitividad (subproyectos: INIA RTA2015-00058-C06-01 e 02), cofinanciado con fondos FEDER. Un agradecemento especial ás ganderías participantes do proxecto. ■

NOTA DOS AUTORES

Este artigo, publicado en ITEA, recibiu o accésito do Premio Prensa Agraria 2022 que concede a Asociación Interprofesional para o Desenvolvemento Agrario (AIDA). <https://doi.org/10.12706/itea.2021.040>

Táboa 3. Pegada hídrica do leite

	Eco	PasCon	PePa	EHba	EMz
<i>Alimentos propios</i>					
HH conxunto forraxes, $L\ kg^{-1}\ MS$	710	841	883	853	873
HH millo, $L\ kg^{-1}\ MS^A$	-	340	52	135	261
HH pradería, $L\ kg^{-1}\ MS^A$	710ab	761b	846b	818b	487a
HH raigrás, $L\ kg^{-1}\ MS^A$	-	378	60	89	283
HH forraxes propias, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	617c	622c	421bc	375ab	174a
Eficiencia alimentos propios, $\% L^{-1}\ ECM^B$	47,7c	42,5bc	46,0bc	31,9ab	23,5a
<i>Alimentos comprados</i>					
HH compra alimentos, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	680ab	807b	513a	694ab	536a
HH pensos, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	542abc	718c	366a	587bc	482ab
HH forraxes, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	138b	89ab	147b	107ab	53a
<i>Outros</i>					
Auga de bebida, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	2,9ab	2,9ab	3,0ab	3,1b	2,6a
Auga de limpeza, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Gasóleo, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	0,16b	0,17b	0,09a	0,11a	0,08a
Fertilizantes, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	0,23ab	1,05b	0,03a	0,50ab	0,65ab
Electricidade	0,33ab	0,74b	0,64ab	0,36ab	0,23a
HH total, $L\ L^{-1}\ ECM$	1304bc	1436c	940ab	1075abc	716a
HH con asignación, $L\ L^{-1}\ ECM$	1044bc	1219c	728ab	926abc	638a
<i>Repartición do tipo de auga</i>					
Verde, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	1174bc	1280c	797a	952ab	639a
Azul, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	44abc	53bc	34ab	26a	23a
Gris, $L\ L^{-1}\ ECM^B$	86ab	103b	108b	97b	55a
Auga, $m^3\ kg\ GB$	35bc	39b	25,6ab	28,7ab	19,4a
Auga, $m^3\ kg\ PB$	42bc	45,5c	30,8ab	33,6ab	21,8a
Auga, $m^3\ kg\ ESU$	19bc	20,9c	13,9ab	15,5ab	10,2a

Eco, Ecolóxico; PasCon, Pastoreo convencional; PePa, Presebe-pastoreo; EHba, Ensilado de herba; EMz, Ensilado de millo; EHba-EMz, Ensilado de herba e de millo; ^A: HH correspondente á produción obtida dentro da porcentaxe de SAU que ocupa; ^B: % da pegada hídrica por litro de leite ECM dos alimentos propios; ECM: leite corrixido por graxa et: erro típico

GRUPO AGROAMB

SENTIDO DA RECICLAXE

VANTAXES

- ✓ Melloran a estrutura do solo, drenaxe, retención de auga e aireación, proporcionando un mellor ambiente de enraizamento das plantas.
- ✓ Posúen calidades de liberación de nutrientes lenta. O material continúa a súa descomposición dentro do solo, reducindo a cantidade de nitróxeno e fosfato que pode orixinarse cos fertilizantes químicos.
- ✓ Melloran a capacidade de traballo dos chans, especialmente arxilosos pesados.
- ✓ Melloran a retención de auga nos solos lixeiros.
- ✓ Melloran a resistencia á compactación do solo e á erosión.
- ✓ Reducen a necesidade de fertilizantes artificiais.
- ✓ Regulan o pH do solo, ao achegar cal.

PRODUTOS FERTILIZANTES

O seu contido en materia orgánica, nitróxeno e fósforo fanos especialmente atractivos para a elaboración de fertilizante no sector agroforestal. Entre as súas variadas vantaxes hai que destacar que melloran a estrutura do solo, o seu grao de porosidade e a capacidade de retención de auga debido fundamentalmente á achega de materia orgánica. Ademais, proporcionalle ao solo nitróxeno, fósforo e potasio de liberación lenta, e, ao achegar cal, permite regular o pH do solo. AGROAMB ten inscritos os diferentes produtos fertilizantes que elabora no Rexistro de Produtos Fertilizantes do Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente.

FERTILIZANTES AUTORIZADOS

CÓDIGO	TIPO	NOME COMERCIAL
F0001757/2022	Fertilizante orgánico NPK de orixe animal e vexetal	AGROTHAME ORGANITE START
F0001894/2022	Emenda orgánica compost	AGROTHAME ORGANITE COMPOST
F0001895/2022	Emenda orgánica compost	AGROTHAME ORGANITE COMPOST START
F0001896/2022	Emenda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMICO START
F0001897/2022	Emenda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMICO
F0001919/2023	Fertilizante órgano-mineral nitróxeno líquido	AGROTHAME ORGANITE N-LIQ
F0001925/2023	Fertilizante órgano-mineral NK líquido	AGROTHAME ORGANITE PURINE
F0001926/2023	Fertilizante órgano-mineral NP líquido	AGROTHAME ORGANITE LIQUID
F0001980/2023	Emenda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMICO ZEN
F0002420/2025	Fertilizante órgano-mineral NPK	AGROTHAME ORGANITE AGRO
F0002421/2025	Fertilizante órgano-mineral NPK	AGROTHAME ORGANITE SULFAGRO
F0002422/2025	Emenda orgánica húmica	AGROTHAME ORGANITE HUMOST



AGROAMB

Ponte de Outeiro, 10 | 27256 Castro de Rei (Lugo)

Teléfono (+34) 982 231 365 | Fax (+34) 982 240 534

E-mail agroamb@agroamb.com | Web www.agroamb.com