FERTILIZACIÓN NITROXENADA MINERAL E ORGÁNICA DO RAIGRÁS ITALIANO CON INCORPORACIÓN DO INHIBIDOR DA NITRIFICACIÓN 3,4-DIMETILPIRAZOL FOSFATO: PRODUCIÓN DE FORRAXE E EMISIÓNS DE ÓXIDO NITROSO

Amosamos os resultados do ensaio levado a cabo no CIAM no que se compararon a produción e o valor nutritivo do raigrás italiano sementado no outono baixo diferentes tipos de fertilización orgánica con xurro de vacún e/ou mineral, e no que se avaliou a incorporación do inhibidor 3,4-dimetilpirazol fosfato desde o punto de vista produtivo e ambiental.

M.D. Báez Bernal, C. Gilsanz Rey e M.I. García Pomar
Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Instituto Galego de Calidade Alimentaria (INGACAL)
dolores.baez.bernal@xunta.es

INTRODUCIÓN

Actualmente as políticas agrarias apostan por modelos de produción sustentables e son incentivadas prácticas respectuosas co medio ambiente, como son a redución da dose de fertilizantes nitroxenados e a utilización de fertilizantes máis eficientes que poidan mitigar as emisións de gases de efecto invernadoiro.

Na bibliografía descríbese que a aplicación conxunta de fertilizantes nitroxenados con inhibidores da nitrificación (IN) poden mitigar problemas como a lixiviación de nitratos e as emisións de óxido nitroso (Gilsanz *et al.*, 2016), gas con potente efecto invernadoiro, aproximadamente 300 veces maior que o dióxido de carbono (IPCC, 2007).

Os IN, como o 3,4-dimetilpirazol fosfato (DMPP) [Zerulla *et al.*, 2001], permiten prolongar a dispoñibilidade do nitróxeno (N) para os cultivos en forma amoniacal e poden aumentar a eficiencia do N polo cultivo, podéndose obter maior produción coas mesmas doses de fertilizante ou cun número menor de aplicacións, o que permitiría maior flexibilidade na data de aplicación (Pasda *et al.*, 2001). O DMPP aparece formulado no mercado xunto a fertilizantes minerais nitroxenados ou complexos, pero tamén pode ser incorporado (Merino *et al.*, 2005) en solución a fertilizantes líquidos orgánicos como xurros.

NOS CORTES DA FORRAXE EFECTUADOS NO MES DE MAIO A FERTILIZACIÓN CON XURRO DE VACÚN A COMEZOS DO MES DE ABRIL PROPORCIONOU FORRAXES MÁIS DIXESTIBLES

O raigrás italiano como cultivo invernal é altamente produtivo (Flores *et al.*, 2013), e é o cultivo máis común nas explotacións leiteiras galegas formando parte da rotación millo-raigrás italiano (Fernández-Lorenzo *et al.*, 2016). Por outra parte, esta rotación intensiva require elevadas achegas de fertilizantes nitroxenados en forma mineral ou orgánica, polo que é necesario determinar, desde o punto de vista produtivo e ambiental, a mellor estratexia de fertilización aproveitando de base o propio xurro xerado na explotación e, desta forma, axudar a reducir outros custos de tratamento e de fertilización dos cultivos.

Atendendo a estas premisas, e ante a demanda de información por parte de técnicos, agricultores e gandeiros sobre o uso dos inhibidores da nitrificación en cultivos forraxeiros, os obxectivos deste traballo son comparar a produción e o valor nutritivo do raigrás italiano sementado no outono baixo diferentes tipos de fertilización orgánica con xurro de vacún e/ou mineral, e, á súa vez, avaliar a incorporación do inhibidor 3,4-dimetilpirazol fosfato en aspectos produtivos e de redución de emisións de óxido nitroso.

EXPERIMENTACIÓN

O ensaio levouse a cabo durante dous anos entre os meses de outubro e xuño na mesma parcela localizada na finca experimental do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM), Abegondo, A Coruña, zona costeira atlántica de Galicia a 97 m de altitude, latitude 43° N, lonxitude 8° O. O cultivo de raigrás italiano anual (*Lolium multiflorum* L.), variedade tetraploide tipo alternativo, cv Promenade, foi sementado en novembro (28/11/2014 e 09/11/2015) a unha densidade de sementeira de 40 kg/ha. Aínda que as condicións climáticas do primeiro ano, con elevadas precipitacións durante o mes de novembro, fixeron atrasar a sementeira ata finais do mes, o segundo ano foi bastante máis chuvioso que o primeiro (figura 1), especialmente os meses de xaneiro a maio. En canto á evolución das temperaturas, os primeiros meses (de outubro a febreiro) de establecemento e crecemento do cultivo do primeiro ano foron máis fríos que o segundo e, pola contra, de marzo a xuño máis suaves (figura 1). »

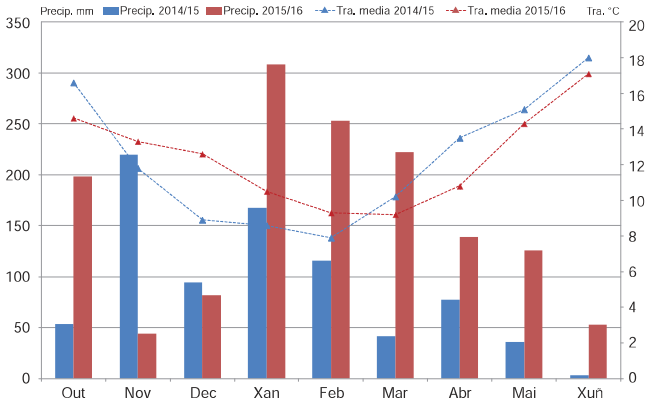
Táboa 1. Tratamentos de fertilización nitroxenada no raigrás italiano

	Fertilizantes		Dose de N (kg N ha^{-1}) Primeiro ano			Dose de N (kg N ha^{-1}) Segundo ano		
Trat.	1.ª apl.	2.ª apl.	27/11/2014	09/04/2015	N Total	06/11/2015	07/04/2016	N Total
T1	-	-	0	0	0	0	0	0
T2	PV	PV	56	60	116	58	87	146
T3	PV+DMPP	PV+DMPP	57	63	120	59	93	152
T4	PV	NAC 27	51	70	121	59	70	129
T5	PV	Entec® 26	54	70	124	59	70	129
T6	PV+DMPP	Entec® 26	64	70	134	53	70	123
T7	NPK 15-15-15	NAC 27	50	70	120	50	70	120
T8	Entec® 24-8-7	-	120	-	120	120	-	120

PV: xurro de vacún; DMPP: 3,4-dimetilpirazol fosfato; NAC: nitrato amónico cálcico; Entec®: incorpora o 1 % de DMPP relativo ao NH_4+-N do nitrosulfato amónico

Aplicáronse oito tratamentos de fertilización (táboa 1), resultado de fertilización orgánica con xurro de vacún (PV), mineral e mixta, incorporando nalgúns dos tratamentos o inhibidor da nitrificación DMPP. Os fertilizantes aplicáronse en dúas achegas: inmediatamente antes da sementeira (fondo) e tras o primeiro aproveitamento de forraxe (cobertoira), excepto o T8, que se aplicou a dose completa en fondo. O deseño experimental foi de bloques completos ao azar con catro repeticións. A aplicación do PV en fondo realizouse cun sistema de inxección a 25-30 cm de profundidade e a aplicación tras o corte cun sistema de inxección máis superficial (5 cm) con discos. A solución co inhibidor (36,35 % de DMPP) foi engadida á cisterna do xurro a unha dose de 2 l/ha, de forma que a dose de aplicación do DMPP fose de 1 kg/ha. A composición química dos xurros aplicados preséntase na táboa 2.

Figura 1. Precipitacións mensuais (mm) e temperaturas medias os meses de crecemento do cultivo



Táboa 2. Composición química dos xurros utilizados no experimento

Data de aplicación	Densidade g/cm^3	pH	MS %	[1]MO	[1]N	[1]P	[1]K	[1]Ca	[1]Mg
27/11/2014	1,063	8,52	7,73	690,7	38,3	8,2	70,7	21,0	5,4
09/04/2015	1,021	8,56	7,24	696,0	37,4	8,0	62,3	21,0	5,6
06/11/2015	0,985	8,20	7,1	706,5	38,8	9,3	61,9	20,7	5,6
07/04/2016	1,003	7,95	8,8	723,0	38,6	8,1	44,7	34,5	6,2

[1]Valores expresados en g/kg de MS a 105 °C

O primeiro ano realizáronse dous cortes de forraxe: o 08/4/2015 e o 19/5/2015 (46 días tras a aplicación dos fertilizantes de cobertoira). No segundo ano, o primeiro corte levouse a cabo o 01/04/2016 e o segundo, o 25/05/2016 (48 días tras a aplicación de cobertoira); ademais, antes do agostamento do cultivo, houbo un terceiro aproveitamento do rebrote o 28/06/2016. Para determinar a produción de biomasa en campo rexistrouse o peso en verde en dúas bandas de 0,8 m x 9,0 m de cada parcela e de cada unha delas recolléronse dúas submostras de planta para determinar a materia seca (MS) mediante secado en estufa de aire forzado (16 h a 80 °C). A concentración de N no material vexetal determinouse nas mostras secas e moídas con tamiz de 1 mm utilizando o método micro Kjeldahl, seguido da determinación colorimétrica do ion amonio (Castro *et al.*, 1990). Os espectros das mostras secas e moídas foron rexistrados nun espectrofotómetro Foss NIRSystem 6500 e o seu contido nas fracciónes de materia orgánica (MO), fibra ácido deterxente (FAD), fibra neutro deterxente (FND), carbohidratos solubles en auga (CSA) e dixestibilidade *in vitro* da MO foron estimadas aplicando unha ecuación de calibración para forraxes existentes no CIAM.

Inmediatamente despois da aplicación de cobertoira colocáronse en cada parcela dúas cámaras estáticas pechadas para a toma de mostras dos gases emitidos. Estas mostraxes realizáronse a diario a primeira semana tras a fertilización e, posteriormente, cunha frecuencia de dúas ou tres veces por semana ata o segundo corte. O primeiro ano, a monitorización das emisións de gases levouse a cabo durante o período comprendido entre o 09/04/2015 e o 19/05/2015, e o segundo, desde o 07/04/2016 ata o 24/05/2016. As mostras de gases foron analizadas utilizando un cromatógrafo de gases (Agilent 7890A) equipado cun detector de captura electrónica (ECD) para a determinación do óxido nitroso (N_2O).

A análise estatística dos datos levouse a cabo mediante a análise da varianza (GLM) utilizando o paquete estatístico SPSS versión 15.0 e para a separación de medias utilizouse o test de Duncan, empregando un nivel de significación de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Produción de materia seca

Nos dous anos achouse unha resposta produtiva e de extracción de N significativa á achega dos fertilizantes (táboas 3 e 4). »

No primeiro corte de abril non se atoparon diferenzas produtivas entre a fertilización orgánica con PV (con e sen inhibidor) e a mineral (NPK). Un incremento na dose de N aplicada en fondo de 70 kg N/ha (de 50 a 120 kg N/ha) con Entec® 24-8-7 incrementou a produción respecto do resto dos fertilizantes (PV e NPK) en 1,90 e 0,86 t MS/ha no primeiro e segundo ano respectivamente (figuras 2 e 3).

No que se refire á produción entre os meses de abril e xuño (figuras 2 e 3), os resultados diferiron entre anos; no primeiro, a fertilización mineral con NAC ou Entec® 26 incrementou a produción obtida con PV en 2,02 t MS/ha. Pola contra, no segundo, a maior produción obtívose ao aplicar PV incorporando o inhibidor DMPP, superior á obtida con NAC e Entec® 24-8-7, pero sen diferenza estatística coa aplicación de PV sen inhibidor e Entec® 26. Neste segundo aproveitamento da forraxe, a aplicación de Entec® 24-8-7 en fondo derivou na menor produción dos tratamentos fertilizados o primeiro ano e o segundo ano foi incluso estatisticamente similar ao control.

Táboa 3. Produción de biomasa, extracción de nitróxeno e composición química do raigrás italiano durante o primeiro ano

	Biomasa					Composición química, % MS				
Data de corte	Trat.	% MS	kg MS/ha	kg N/ha	MO	PB	FND	FAD	CSA	DMOIV
08/04/2015	T1	22,4a	573c	6,3d	92,2a	6,6b	33,7c	19,3d	43,0a	85,4a
Corte 1	T2,T4,T5	19,8ab	2211b	23,9c	92,1a	6,7b	37,3b	21,8c	39,4ab	83,1b
	T3,T6	19,0b	2726b	26,8bc	92,5a	6,2b	38,6b	22,2bc	39,8ab	82,8b
	T7	18,2b	3003b	34,6b	91,8a	7,1b	39,5b	23,6b	36,2b	81,6b
	T8	15,0c	4542a	63,6a	90,3b	9,0a	46,8a	28,0a	26,1c	76,9c
	Media	*19,1*	*2519*	*28,8*	*91,9*	*6,9*	*38,6*	*22,6*	*37,8*	*82,3*
	[1]Sig	**	***	***	***	*	***	***	***	***
19/05/2015	T1	21,2a	1080d	12,3d	91,7bc	7,0a	49,5c	30,2c	25,2b	73,8b
Corte 2	T2	20,5abc	3077c	25,3c	92,8ab	5,1b	49,5c	29,2cd	35,0a	76,9a
	T3	20,6ab	3325c	27,1c	92,7ab	5,1b	50,0c	29,6c	33,1a	76,5a
	T4	19,7abc	5668a	61,1a	92,4ab	6,7a	58,5a	34,9a	24,1b	71,1c
	T5	19,5bc	5145ab	49,3b	92,4ab	6,0ab	56,7ab	33,7ab	26,5b	72,3bc
	T6	18,8cd	4936b	49,1b	92,4ab	6,2ab	55,6b	32,9b	26,6b	72,7bc
	T7	17,4d	5121ab	56,9ab	91,4c	6,9a	56,9ab	34,0ab	24,6b	71,5c
	T8	21,3a	2298	20,4c	93,5a	5,6b	47,4c	27,7d	37,4a	77,7a
	Media	*19,9*	*3848*	*38,0*	*92,4*	*6,1*	*53,1*	*31,6*	*29,1*	*74,0*
	Sig	***	***	***	**	**	***	***	***	***

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FND e FAD: fibra neutro e ácido deterxente; CSA: carbohidratos solubles en auga; DMOIV: dixestibilidade *in vitro* da MO (%). [1]Sig.:*** (p<0,001); ** (p<0,01); * (p<0,05); ns, non sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a p<0,05 test de Duncan

Se se considera o rendemento total de forraxe, no primeiro ano (figura 2) os tratamentos de combinación de fertilización orgánico-mineral (T4, T5 e T6) proporcionaron producións similares estatisticamente ás obtidas con fertilización mineral (T7 e T8). Unha soa achega con Entec® 24-8-7 (T8) reduciu lixeiramente a produción obtida cos tratamentos T4, T5, T6 e T7.

No segundo ano (figura 3), a fertilización con xurro (T2) equiparou as producións obtidas coa combinación orgánico-mineral dos tratamentos T4, T5 e T6, ou unicamente mineral (T7 e T8). O efecto do inhibidor co xurro foi máis evidente no segundo ano e, aínda que non dunha forma estadística, a produción foi superior en T3 *vs.* T2 e en T6 *vs.* T5. O T3 foi máis produtivo (P<0,05) que as combinacións T4 e T7, e que o T8.

Táboa 4. Produción de biomasa (kg MS/ha), extracción de nitróxeno (kg N/ha) e valor nutritivo do raigrás italiano no segundo ano

	Biomasa					Composición química, %MS				
Data de corte	Trat.	% MS	kg MS/ha	kg N/ha	MO	PB	FND	FAD	CSA	DMOIV
01/04/2016	T1	20,1	1677c	13,8c	92,6	5,0	35,6c	19,9c	43,0a	84,5a
Corte 1	T2,T4,T5	18,5	2835b	24,8b	92,1	5,4	39,0b	22,5b	38,6b	82,0b
	T3,T6	18,3	2998b	25,2b	92,4	5,2	39,0b	22,3b	39,6ab	81,9b
	T7	18,8	2839b	24,6b	92,4	5,3	39,4b	22,8ab	38,8b	81,6b
	T8	16,9	3749a	37,0a	92,2	6,2	43,2a	24,6a	33,3c	78,7c
	Media	*18,5*	*2841*	*25,0*	*92,3*	*5,4*	*39,2*	*22,4*	*38,7*	*81,8*
	[1]Sig	ns	***	***	ns	ns	***	**	**	**
25/05/2016	T1	20,7a	796c	6,3c	92,3c	5,0	41,1d	23,3d	39,6a	81,3a
Corte 2	T2	18,1bc	2306b	16,1b	93,3ab	4,4	44,8c	26,5bc	38,9ab	79,1b
	T3	18,7bc	2893ab	20,8ab	93,5ab	4,5	45,1c	26,9b	38,6ab	78,8b
	T4	18,4bc	2507b	18,3b	94,0a	4,6	50,7ab	30,4a	32,6c	74,9c
	T5	17,5c	2602b	20,0ab	93,7a	4,8	51,6a	30,7a	31,5c	74,5c
	T6	18,4bc	3284a	24,4a	94,0a	4,6	50,1ab	30,0a	33,8c	75,0c
	T7	17,6c	2258b	17,0b	93,5ab	4,7	48,6b	29,2a	35,0bc	76,3c
	T8	20,0ab	1206c	9,4c	92,8bc	4,9	43,4cd	25,1c	38,4ab	79,8ab
	Media	*18,7*	*796*	*16,4*	*93,4*	*4,7*	*47,0*	*27,8*	*36,0*	*77,4*
	Sig	*	***	***	**	ns	***	***	***	***
28/06/2016	T1	21,5	446d	5,0c	91,1d	7,0a	60,0ab	31,5abc	18,6d	68,4
Corte 3	T2	19,8	900ab	10,0a	92,0ab	7,0a	59,2abc	32,2ab	20,4b	70,1
	T3	19,5	1000a	10,7a	92,1ab	6,7ab	58,5bcd	32,4ab	20,1bc	70,7
	T4	21,9	632cd	6,5bc	92,4a	6,4bc	59,5abc	31,4bcd	23,0a	69,3
	T5	21,0	728bc	7,4b	91,7abc	6,4bc	57,9bcd	31,3bcd	22,2a	70,2
	T6	21,4	729bc	7,3b	92,2ab	6,3c	57,5cd	30,3d	23,3a	71,1
	T7	20,3	545cd	5,6bc	91,3cd	6,5bc	56,8d	30,8cd	22,4a	71,2
	T8	21,6	573cd	6,1bc	91,9abc	6,7ab	60,9a	32,6a	18,9bc	68,6
	Media	*21,5*	*684*	*7,2*	*91,8*	*6,6*	*58,8*	*31,5*	*21,1*	*69,9*
	Sig	ns	**	***	*	**	**	**	***	ns

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FND e FAD: fibra neutro e ácido deterxente; CSA: carbohidratos solubles en auga; DMOIV: dixestibilidade *in vitro* da MO (%). [1]Sig.:*** (p<0,001); ** (p<0,01); * (p<0,05); ns, non sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a p<0,05 test de Duncan

Nas táboas 3 e 4 móstrase a evolución dalgúns parámetros de valor nutritivo nos diferentes cortes, como a dixestibilidade da materia orgánica (DMOIV), que determina o valor enerxético da forraxe. Este parámetro depende esencialmente do seu contido en constituíntes da parede celular e da súa dixestibilidade, diminuíndo esta a medida que aumenta o contido en paredes celulares e o seu grao de lignificación. Observouse, como é habitual en pratenses, que a dixestibilidade dos rebrotes foi inferior á da herba do primeiro ciclo ao comezo do seu crecemento na primavera. Nos dous anos observouse no primeiro corte un descenso da dixestibilidade coa achega de Entec® 24-8-7 e un incremento no contido en fibras. Tendo en conta que a celulosa é dixestible nun 50 % aproximadamente, a hemicelulo-

sa nun 79 % e a lignina é practicamente indixestible son desexables contidos baixos de FND (fibra neutro deterxente, que representa a suma de celulosa, hemicelulosa e lignina) e de FAD (fibra ácido deterxente, que representa a fracción de celulosa e lignina). No segundo corte a fertilización con xurro de vacún conduciu á obtención de forraxes máis dixestibles.

Por outra banda, a ensilabilidade dunha planta está relacionada co seu contido en azucres (carbohidratos solubles en auga, CSA), co poder tampón e co seu contido en materia seca. En todos os cortes os contidos en CSA superaron o rango 12-13 % en MS, que sería o limiar de referencia para obter unha boa calidade de fermentación de ensilados cultivados por corte directo.

Figura 2. Produción de materia seca (MS) por cortes tras cada unha das fertilizacións e total no ciclo do cultivo en función do tipo de fertilización durante o primeiro ano

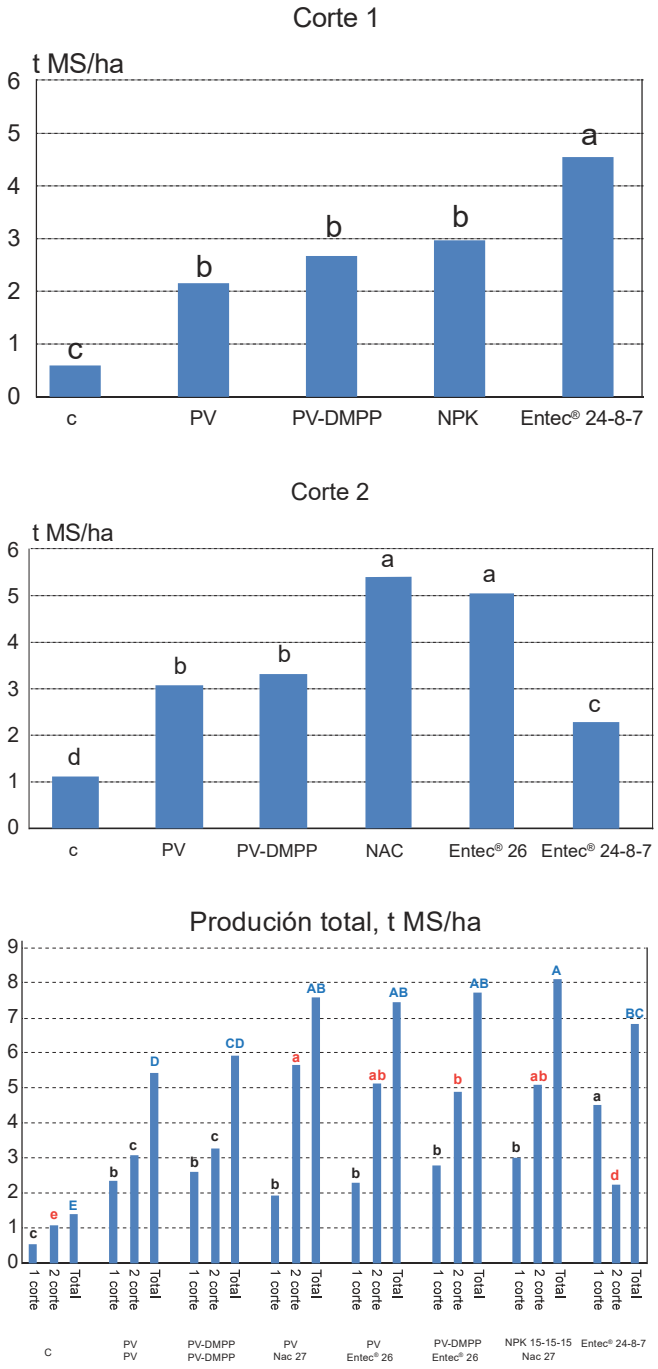
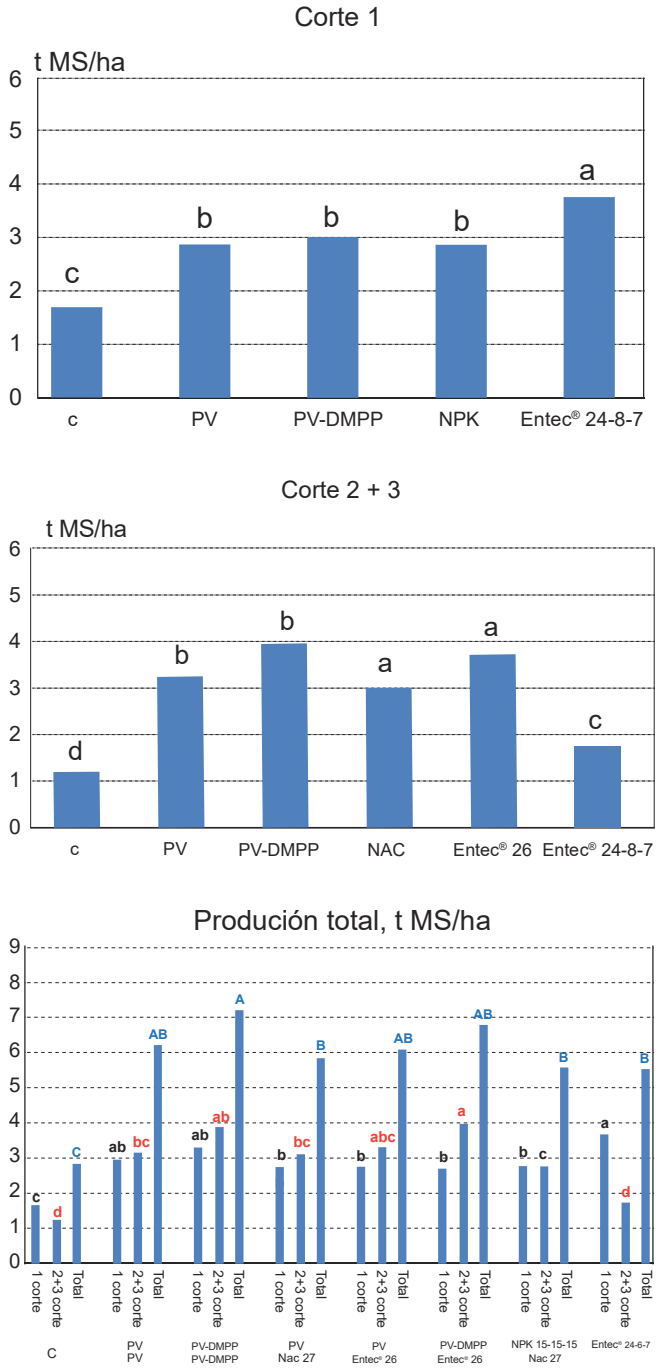


Figura 3. Produción de materia seca (MS) por cortes tras cada unha das fertilizacións e total no ciclo do cultivo en función do tipo de fertilización durante o segundo ano



A FERTILIZACIÓN CON NAC NO MES DE ABRIL PROVOCOU OS MAIORES PICOS DE EMISIÓN DE N_2O, GAS CUN EFECTO INVERNADOIRO 300 VECES MAIOR QUE O DIÓXIDO DE CARBONO

Emisións de N_2O

Nas figuras 4 e 5 móstranse os fluxos de emisión de N_2O nos dous períodos de estudo. No primeiro ano o pico de emisión obtívose sete días despois da achega dos fertilizantes, coincidindo cun incremento dos valores da porcentaxe de poros do solo cheos de auga (WFPS), índice que reflicte a humidade do solo como consecuencia das precipitacións acontecidas nos días anteriores pero que se relaciona mellor coas emisións de N_2O. Ao finalizar o período, as emisións diminuíron progresivamente ata alcanzar valores similares ás do tratamento control. Os valores de WFPS durante o período de medida atopáronse entre porcentaxes do 59 %, valor medio para o período entre o 9 de abril e o 15 de abril, e do 73 %, valor medio para o período entre o 16 de abril e o 7 de maio. A partir deste momento os valores descenderon a valores próximos ou inferiores ao 60 %.

No segundo ano os maiores fluxos de emisión atopáronse coa aplicación de NAC, alcanzando neste tratamento o fluxo máximo de emisión transcorridos catro días da achega dos fertilizantes e coincidindo cun valor en solo de WFPS ao 80 %. Este mesmo día obtívose un fluxo inferior, pero tamén destacado, no tratamento de Entec® 26. Os valores no tratamento control e xurros (sen e con inhibidor) foron baixos durante todo o experimento e non se detectaron picos de emisión tal e como ocorreu coas achegas minerais. Os valores de WFPS achados durante o segundo ano foron bastante máis elevados cós do primeiro, especialmente os días posteriores á aplicación de fertilizantes, feito que propiciou fluxos de emisión de N_2O máis elevados.

Figura 4. Fluxos medios de emisión de óxido nitroso (N_2O) para cada tratamento e evolución da porcentaxe de poros do solo cheos de auga (WFPS) durante as medidas do primeiro ano

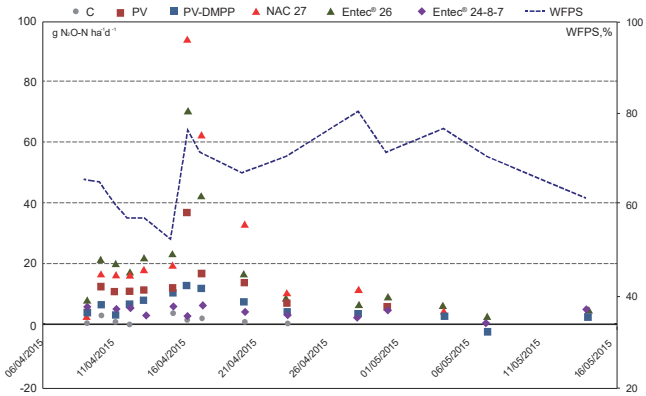
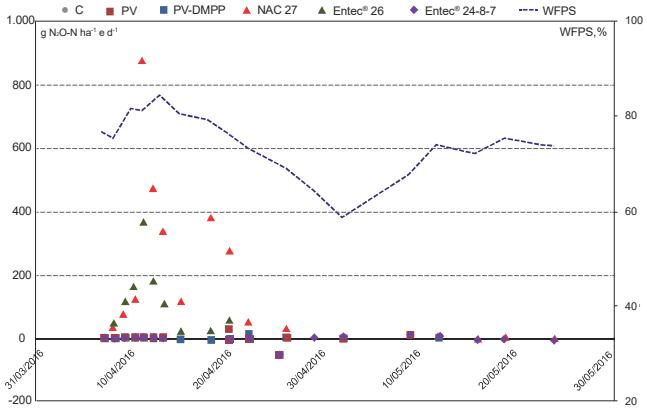


Figura 5. Fluxos medios de emisión de óxido nitroso (N_2O) para cada tratamento e evolución da porcentaxe de poros do solo cheos de auga (WFPS) durante as medidas do segundo ano



Emisións acumuladas de N_2O

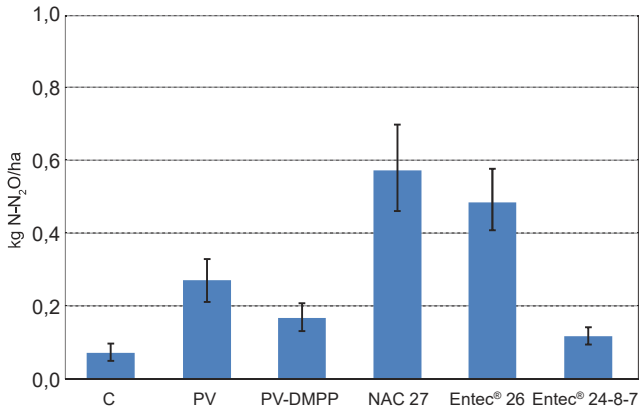
As emisións acumuladas de N_2O nos períodos de medida móstranse na figura 6. Nos dous anos a emisión de N_2O máis elevada observouse tras a aplicación mineral de NAC e Entec® 26, superiores ás obtidas coas achegas de xurro de vacún. Como era de esperar, as emisións acumuladas durante os períodos de medida para o Entec® 24-8-7 (aplicado en fondo e sen aplicación en cobertoira) foron baixas, lixeiramente superiores ao control.

O Entec® 26 reduciu as emisións netas de N_2O obtidas con NAC en porcentaxes do 18 e 67 %, primeiro e segundo ano respectivamente, e cabe destacar que a incorporación do inhibidor co xurro reduciu as emisións netas de maior proporción: 54 % e 84 %, primeiro e segundo ano respectivamente. Nos dous casos, fertilización mineral e orgánica, as reducións ao incorporar o inhibidor foron maiores no segundo ano, cando se deron condicións climatolóxicas de humidade en solo favorables para as emisións de N_2O. »

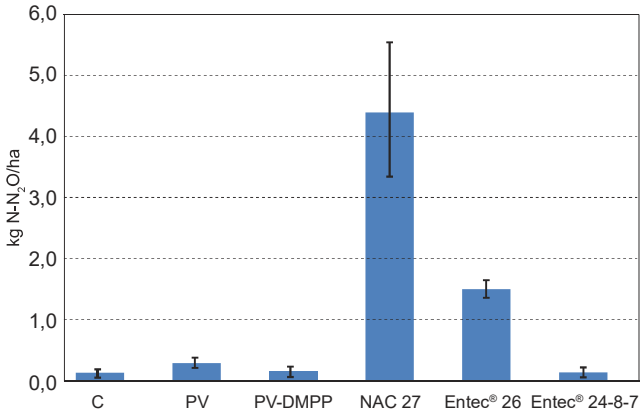
A INCORPORACIÓN DO INHIBIDOR DMPP CO XURRO DE VACÚN REDUCIU AS EMISIÓNS NETAS DE N_2O EN MAIOR PROPORCIÓN QUE NO CASO DO FERTILIZANTE MINERAL

Figura 6. Emisións acumuladas de N_2O (kg N-N_2O/ha) para cada tratamento

A) Período entre o 09/04/2015 e o 19/05/2015



B) Período entre o 07/04/2016 e o 24/05/2016



CONCLUSIÓNS

Os resultados derivados de dous anos de experimentación en campo indican que a fertilización do raigrás italiano con xurro de vacún anterior á sementeira do cultivo e Entec® 26 en cobertoira pode igualar os rendementos de materia seca obtidos con fertilización convencional mineral NPK en fondo e NAC en cobertoira e, ao mesmo tempo, obter un beneficio ambiental ao reducir as emisións de óxido nitroso.

En condicións climatolóxicas de elevadas precipitacións e de maior risco de emisións de óxido nitroso ou outro tipo de perdas de N, a fertilización con xurro de vacún equiparou a produción obtida con fertilización mineral e o efecto positivo do inhibidor incorporado ao xurro e ao fertilizante mineral foi desde o punto de vista produtivo e de redución de emisións de óxido nitroso máis evidente.

A fertilización con Entec® 24-8-7 nunha soa aplicación en fondo anterior á sementeira do cultivo reduciu a produción de forraxe nos aproveitamentos da primavera respecto doutras estratexias de fertilizado nas que as achegas de N foron distribuídas en sementeira e tras o primeiro corte da forraxe en cobertoira.

AGRADECEMENTOS

Este traballo foi realizado dentro do contrato subscrito entre o INGACAL-CIAM e a empresa EuroChem Agro Iberia S.L. durante os anos 2015 e 2016.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro P., González Quintela A., Prada Rodríguez D., 1990. Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP. San Sebastián, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 200-207.

Fernández-Lorenzo B., Flores G., Botana A., Resch C, Dagnac T., Veiga M., Pereira S., Lorenzana R., 2016. Estrutura produtiva e sistemas de alimentación das explotacións leiteiras de Galicia. AFRIGA, ano XII-Nº 124, 98-113.

Flores G., Díaz N., Díaz D., Valladares J., Pereira-Crespo S., Fernández-Lorenzo B., Resch C. Rodríguez-Diz X., Piñeiro J., 2013. Evaluación de cultivares de raigrás italiano e híbrido como cultivo de invierno para ensilar en primavera. Pastos, Nº 43(1), 20-34.

Gilsanz C., Báez D., Misselbrook T.H., Dhanoa M.S., Cárdenas L.M., 2016. Development of emission factors and efficency of two nitrifrication inhibitors, DCD and DMPP. Agriculture, Ecosystems and Environment 216, 1-8.

IPCC, 2007. Climate change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. ed S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M Marquis,K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller. (Cambridge: Cambridge University Press), 996.

Merino, P., Menendez, S., Pinto, M., Gonzalez-Murua, C., Estavillo, J.M., 2005. 3,4-dimethylpyrazole phosphate reduces nitrous oxide emissions from grassland after slurry application. Soil Use and Management 21, 53-57.

Pasda, G., Hahndel, R., Zerulla, W., 2001. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3,4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops. Biology and Fertility of Soils 34, 85-97.

Zerulla, W., Barth, T., Dressel, J., Erhardt, K., von Locquenghien, K.H., Pasda, G., Radle, M., Wissemeier, A.H., 2001. 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture - An introduction. Biology and Fertility of Soils 34, 79-84.