



Técnicos, agricultores e gandeiros demandan información sobre o uso de fertilizantes con IN e cuestións coma o seu efecto na produción vexetal deben ser esclarecidas

PRODUCCIÓN E CALIDADE FORRAXEIRA DE MILLO CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E MINERAL ASOCIADA AO INHIBIDOR DMPP

Os obxectivos deste traballo son, en primeiro lugar, avaliar se o uso do DMPP xunto a aplicacións de xurro de vacún ou fertilizantes minerais pode incrementar a produción do millo forraxeiro, extraer nitróxeno e mellorar a calidade nutritiva, e, en segundo, se ao incorporar o inhibidor se pode reducir o número de aplicacións de fertilizante mantendo a produción e a calidade da forraxe.

M. D. Báez Bernal, C. Gilsanz Rey, M. I. García Pomar e J. Castro Insua
Departamento de Pastos e Cultivos, CIAM-Ingacal
Apdo. 10, 15080, A Coruña

► INTRODUCCIÓN

Con 68.936 ha sementadas, o millo forraxeiro en Galicia representa o 64 % da superficie dedicada a este cultivo en toda España (Regulamento CE 543/2009) e é o segundo cultivo forraxeiro despois das pradeiras en importancia económica en Galicia. É un cultivo que require elevadas achegas de nitróxeno (N) en forma mineral ou orgánica, feito que pode conducir a elevados residuos de N mineral (nitratos e amonios) no solo tras a colleita e, en consecuencia, elevadas perdas de lixiviación de nitrato e/ou gasosas

OS TRATAMENTOS APLICADOS RESULTARON DA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA CON XURRO DE VACÚN (XV) NUNHA SOA ACHEGA, MINERAL OU MIXTA, INCORPORANDO OU NON O INHIBIDOR DA NITRIFICACIÓN DMPP

(N₂O). A asociación dos fertilizantes nitroxenados cos inhibidores da nitrificación (IN) poden mitigar en parte estes problemas ambientais (Akiyama *et al.*, 2010; Arregui e Quemada, 2008). Estes compostos actúan retardando a actividade das bacterias do solo (*Nitrosomonas spp*) e atrasando o proceso de oxidación de amonio a nitrito no primeiro paso da nitrificación. Existen varios estudos que demostran que os IN poden aumentar a eficiencia do N polo cultivo e obtéñense maiores producións coas mesmas doses de fertilizante ou cun número menor de aplicacións, o que permite unha maior flexibilidade na data da súa aplicación (Pasda *et al.*, 2001).

No ano 2001 apareceu no mercado o 3,4 dimetilpirazol fosfato (DMPP) [Zerulla *et al.*, 2001] con bos resultados agronómicos. O DMPP é formulado en fertilizantes granulados nitroxenados ou complexos e tamén pode ser incorporado en solución a fertilizantes líquidos e orgánicos como xurros. Na actualidade, técnicos, agricultores e gandeiros demandan información sobre a utilización de fertilizantes con IN e cuestións coma o seu efecto na produción vexetal deben ser esclarecidas.

EXPERIMENTACIÓN

O traballo levouse a cabo os dous anos na mesma parcela experimental do CIAM (Abegondo, A Coruña, zona costeira atlántica de Galicia a 97 m de altitude) con sementeira de millo (cv LG 33.85) o 3 de xuño de 2013 e o 28 de maio de 2014 a unha densidade final de sementeira de 75.000 plantas/ha o primeiro ano e 82.141 plantas/ha o segundo. A capa de solo de 0-10 cm caracterizouse por unha textura franco-limosa cun pH de 5,9 (ext. 1:2,5 en auga), contido en MO de 49,6 g/kg de MS, de N de 1,8 g/kg de MS e unha relación C/N de 10,6.

Os tratamentos aplicados resultaron da combinación de fertilización orgánica con xurro de vacún (XV) nunha soa achega, mineral ou mixta, incorporando ou non o inhibidor da nitrificación DMPP. En total, foron oito tratamentos cun deseño experimental de bloques ao azar e catro repeticións cun tamaño de parcela elemental de 120 m² nos tratamentos de xurro e de 60 m² nos tratamentos mineral e control. Na táboa 1 preséntanse os tratamentos ensaiados e na figura 1, o esquema do ensaio de campo implantado na parcela experimental. »

Figura 1. Esquema e tratamentos de fertilización no ensaio de campo



| Trat. | Fertilizantes | |
|-------|---------------|------------|
| | Sementeira | Coberteira |
| T1 | - | - |
| T2 | XV | - |
| T3 | XV+DMPP | - |
| T4 | XV | NAC 27 |
| T5 | XV | ENTEC 26 |
| T6 | XV+DMPP | ENTEC 26 |
| T7 | NPK 15-15-15 | NAC 27 |
| T8 | ENTEC 24-8-7 | - |

Táboa 1. Tratamentos de fertilización nitrogenada aplicados no experimento

| Tratamento | Fertilizantes | |
|------------|---------------|------------|
| | Sementeira | Coberteira |
| T1 | - | - |
| T2 | XV | - |
| T3 | XV+DMPP | - |
| T4 | XV | NAC 27 |
| T5 | XV | ENTEC 26 |
| T6 | XV+DMPP | ENTEC 26 |
| T7 | NPK 15-15-15 | NAC 27 |
| T8 | ENTEC 24-8-7 | - |

XV: xurro de vacún; DMPP: 3,4-dimetilpirazol fosfato; NAC: nitrato amónico cálcico; ENTEC: incorpora 1 % DMPP relativo ao $\text{NH}_4^+\text{-N}$ do nitrosulfato amónico



O INHIBIDOR DMPP É FORMULADO EN FERTILIZANTES GRANULADOS NITROXENADOS OU COMPLEXOS E TAMÉN PODE SER INCORPORADO EN SOLUCIÓN A FERTILIZANTES LÍQUIDOS E ORGÁNICOS COMO XURROS

Táboa 2. Composición química dos xurros utilizados nos experimentos

| Data de aplicación | Densidade g/cm^3 | pH | MS % | ^1MO | ^1N | ^1P | ^1K | ^1Ca | ^1Mg |
|--------------------|---------------------------|-------|------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 28/05/2013 | 1,220 | 8,44 | 7,64 | 798,6 | 39,4 | 9,0 | 42,1 | 20,7 | 5,9 |
| 26/05/2014 | 1,048 | 8,527 | 7,70 | 727,6 | 40,3 | 8,0 | 64,5 | 21,9 | 5,6 |

¹Valores expresados en g/kg de MS

Táboa 3. Cantidades de N aplicado cos fertilizantes e recuperacións do N aplicado no cultivo os dous anos do experimento

| Trat. | N total aplicado (kg N ha ⁻¹) | | Recuperacións do N aplicado (%) | |
|-------|---|-------------|---------------------------------|-------------|
| | Primeiro ano | Segundo ano | Primeiro ano | Segundo ano |
| T1 | 0 | 0 | - | - |
| T2 | 275 | 207 | 25 | 41 |
| T3 | 275 | 207 | 24 | 37 |
| T4 | 239 | 204 | 14 | 44 |
| T5 | 239 | 204 | 21 | 52 |
| T6 | 239 | 204 | 18 | 50 |
| T7 | 200 | 200 | 15 | 40 |
| T8 | 200 | 200 | 22 | 49 |

O XV foi inxectado a 25-30 cm de profundidade e aplicado inmediatamente previo á sementeira co resto dos fertilizantes (28/05/2013 e 26/05/2014). Naqueles tratamentos que incorporaban DMPP co XV, a dose de inhibidor utilizada foi de 1 kg DMPP/ha. Na táboa 2 móstrase a composición química dos xurros utilizados no experimento. As achegas de X e K igualáronse en todos os tratamentos a 100 kg P_2O_5 /ha e 250 kg K_2O /ha, respectivamente. >>

UNHA DAS VANTAXES AO UTILIZAR FERTILIZANTES MINERAIS CO INHIBIDOR DMPP PODE SER REDUCIR O NÚMERO DE APLICACIÓNS SEN DETRIMENTO DA PRODUCCIÓN, O CAL SE TRADUCE EN MENOR CUSTO DE LABOR E MENOR COMPACTACIÓN DO TERREO

No momento da colleita do millo (1/10/2013 e 1/10/2014, estado do gran pastoso-vítreo), realizáronse mostraxes en dúas liñas centrais cunha lonxitude de 8 m. En campo, peouse a produción en fresco e tomouse unha mostra de 10 plantas de cada liña que foron procesadas de forma independente: mazaroca e parte verde (talos, follas e espatas). No laboratorio picáronse as dúas fraccións por separado e mantivéronse en estufa a 80 °C durante 16 h, co fin de calcular a produción de MS total, de mazaroca e de parte verde. Parámetros de calidade da forraxe como materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibras ácido e neutro deterxente (FAD, FND), carbohidratos totais non estruturais (CNET), carbohidratos solubles en auga (CSA) e amidón (AM) foron determinados no laboratorio nas mostraxas secas e moídas

utilizando a técnica de espectroscopía de reflectancia no infravermello próximo (Foss NIRSystem), usando o programa Win ISI 1.5 (Infrasoft International, USA, 2000) e aplicando ecuacións de calibración actualizadas por investigadores do CIAM (Campo e Moreno, 2014; Campo *et al.*, 2014).

Tamén se calculou a recuperación aparente do N aplicado (RAN) para cada tratamento tendo en conta o N extraído polo cultivo en cada tratamento, a extracción de N no tratamento T1 (0 N) e o N aplicado en cada tratamento. A análise estatística dos datos levouse a cabo mediante a análise da varianza (GLM) utilizando o paquete estatístico SPSS versión 15.0; para a separación de medias usouse o test de Duncan empregando un nivel de significación $p < 0,05$. »

Táboa 4. Composición química da mazaroca e parte verde no primeiro ano do experimento

| Trat. | Composición química da mazaroca (% MS) | | | | | | | | Composición química da parte verde (% MS) | | | | | |
|-------------------|--|------|------|------|-----|------|------|--------|---|-----|------|--------|------|------|
| | MO | PB | FAD | FND | CSA | CNET | AM | DMO | MO | PB | FAD | FND | CNET | DMO |
| T1 | 98,4a | 5,3b | 12,7 | 31,1 | 7,9 | 61,1 | 49,4 | 80,7bc | 94,9 | 3,4 | 40,2 | 70,7a | 14,2 | 62,1 |
| T2 | 98,2abc | 5,9a | 12,0 | 31,7 | 6,9 | 59,7 | 52,0 | 82,9a | 94,9 | 4,6 | 41,0 | 69,8ab | 12,9 | 59,6 |
| T3 | 98,0c | 6,5a | 12,1 | 31,3 | 7,1 | 59,9 | 50,6 | 81,6ab | 94,4 | 4,4 | 40,2 | 68,5bc | 13,4 | 60,0 |
| T4 | 98,1bc | 6,1a | 11,9 | 30,4 | 6,7 | 62,0 | 51,1 | 81,5ab | 94,9 | 4,2 | 39,8 | 69,6ab | 13,7 | 62,4 |
| T5 | 98,0bc | 6,4a | 12,3 | 32,5 | 7,3 | 59,3 | 50,5 | 81,8ab | 94,6 | 4,6 | 39,4 | 68,0c | 14,0 | 61,8 |
| T6 | 98,1bc | 6,1a | 11,8 | 30,8 | 6,9 | 61,0 | 51,6 | 82,4a | 95,1 | 4,0 | 39,9 | 69,3b | 14,8 | 61,3 |
| T7 | 98,2ab | 5,9a | 14,3 | 34,9 | 7,9 | 56,9 | 45,9 | 79,5c | 94,6 | 4,2 | 38,5 | 67,6c | 15,7 | 63,0 |
| T8 | 98,0c | 6,5a | 11,5 | 31,1 | 7,1 | 61,7 | 52,0 | 82,3ab | 94,4 | 4,5 | 40,0 | 69,6ab | 13,6 | 61,2 |
| Media | 98,1 | 6,1 | 12,3 | 31,7 | 7,2 | 60,2 | 50,4 | 81,6 | 94,7 | 4,2 | 39,9 | 69,2 | 14,0 | 61,4 |
| ¹ Sig. | * | ** | NS | NS | NS | NS | NS | ** | NS | NS | NS | ** | NS | NS |

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FAD e FND: fibra ácido e neutro deterxente; CSA: carbohidratos solubles en auga; CNET: carbohidratos non estruturais totais; AM: amidón; DMO: dixestibilidade da materia orgánica in vitro.

¹Sig.:*** ($p < 0,001$); ** ($p < 0,01$); * ($p < 0,05$); ns, non sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a $p < 0,05$ test de Duncan.

Táboa 5. Composición química da mazaroca e parte verde no segundo ano do experimento

| Trat. | Composición química da mazaroca (% MS) | | | | | | | | Composición química da parte verde (% MS) | | | | | |
|-------------------|--|-------|------|-------|------|--------|------|--------|---|-------|------|------|------|------|
| | MO | PB | FAD | FND | CSA | CNET | AM | DMO | MO | PB | FAD | FND | CNET | DMO |
| T1 | 98,5 | 4,7c | 11,8 | 26,1b | 9,5a | 67,2a | 51,0 | 78,7c | 95,3a | 3,1c | 41,9 | 73,0 | 14,0 | 58,1 |
| T2 | 98,6 | 5,9b | 11,3 | 26,0b | 7,9b | 66,9a | 52,8 | 81,0ab | 94,9bc | 4,4ab | 43,5 | 72,4 | 10,1 | 54,5 |
| T3 | 98,6 | 6,1ab | 11,5 | 26,4b | 7,8b | 65,7a | 52,6 | 81,1ab | 94,9bc | 4,1b | 43,2 | 71,6 | 11,1 | 54,7 |
| T4 | 98,6 | 5,9ab | 11,8 | 26,5b | 8,2b | 65,6bc | 52,1 | 81,2ab | 95,0ab | 4,6ab | 42,1 | 71,0 | 11,7 | 56,2 |
| T5 | 98,6 | 6,6a | 11,4 | 26,4b | 7,8b | 65,6bc | 52,5 | 82,2a | 94,6c | 4,8a | 42,5 | 70,5 | 10,6 | 56,0 |
| T6 | 98,6 | 6,4ab | 11,8 | 26,5b | 7,5b | 65,4bc | 51,7 | 81,4ab | 95,0abc | 4,7a | 42,0 | 70,5 | 11,8 | 56,4 |
| T7 | 98,6 | 6,5ab | 12,6 | 28,6a | 8,2b | 63,3c | 50,1 | 81,6ab | 94,9bc | 4,8a | 40,9 | 69,6 | 12,8 | 58,2 |
| T8 | 98,7 | 6,3ab | 11,6 | 26,3b | 7,7b | 65,5bc | 52,3 | 81,9ab | 94,8bc | 4,6a | 42,0 | 70,4 | 11,7 | 56,7 |
| Media | 98,6 | 6,0 | 11,7 | 26,6 | 8,1 | 65,6 | 51,9 | 81,1 | 94,9 | 4,4 | 42,2 | 71,2 | 11,7 | 56,3 |
| ¹ Sig. | NS | *** | NS | * | ** | | NS | *** | * | *** | NS | NS | NS | NS |

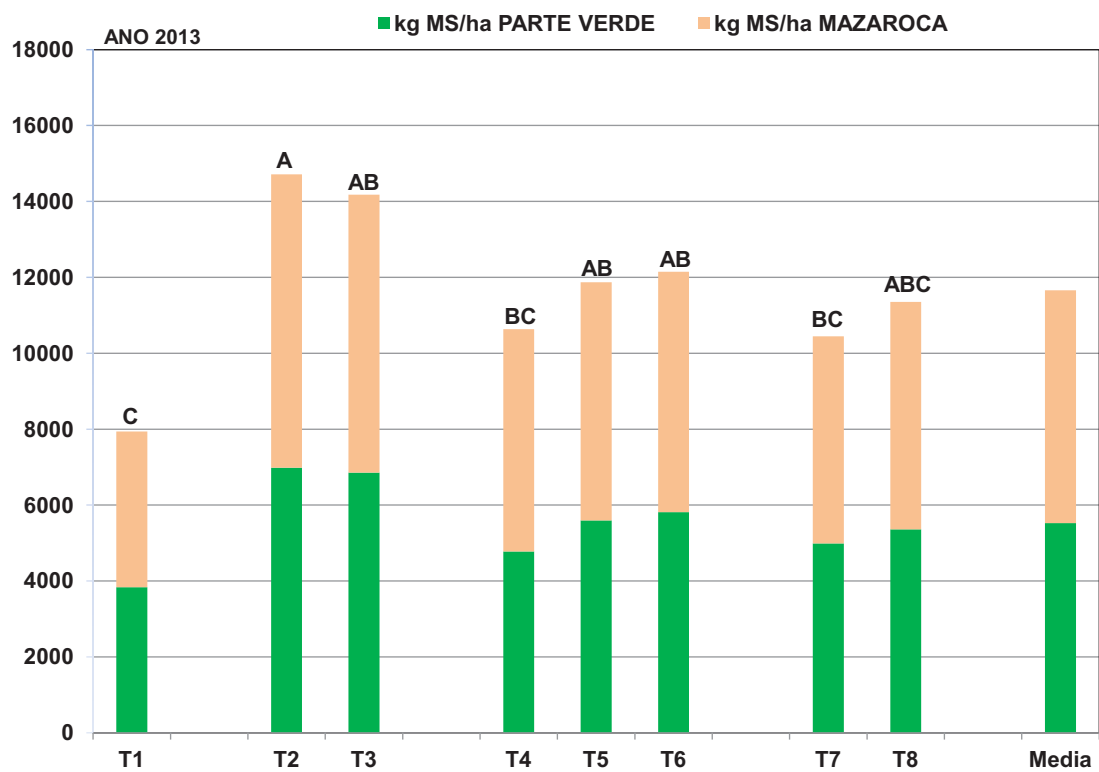
MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FAD e FND: fibra ácido e neutro deterxente; CSA: carbohidratos solubles en auga; CNET: carbohidratos non estruturais totais; AM: amidón; DMO: dixestibilidade da materia orgánica in vitro.

¹Sig.:*** ($p < 0,001$); ** ($p < 0,01$); * ($p < 0,05$); ns, non sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a $p < 0,05$ test de Duncan.



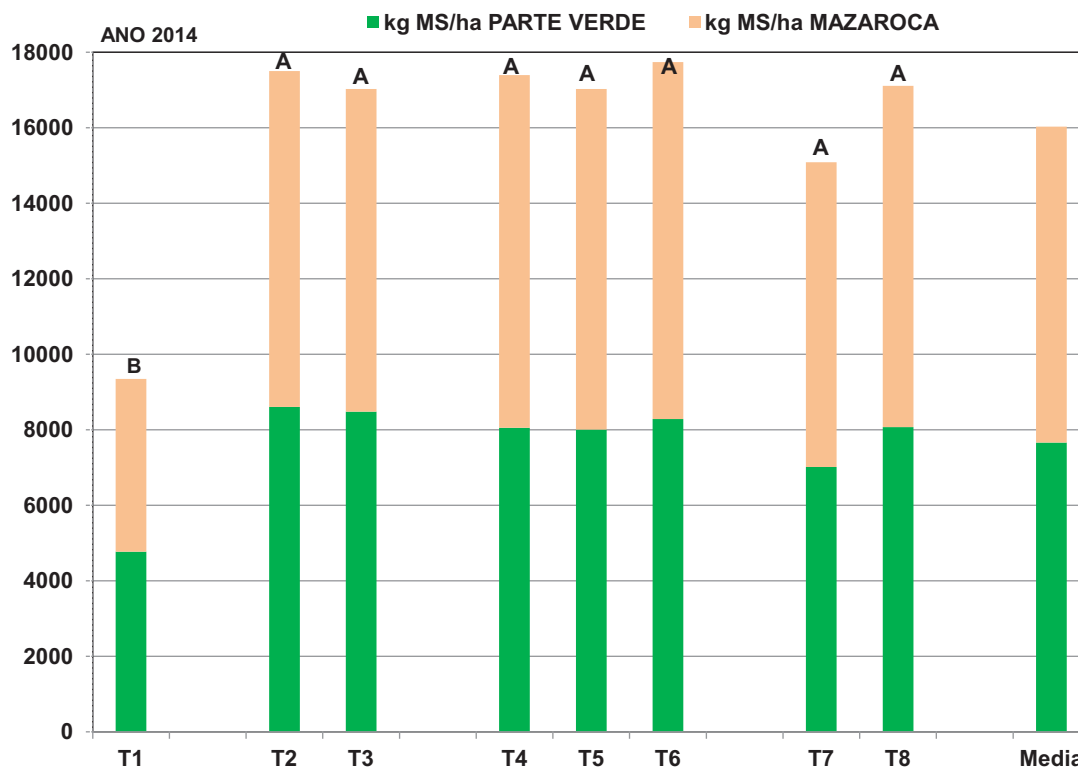
RESULTADOS

Figura 2. Rendementos de MS do millo o primeiro ano do experimento en función do tratamento de fertilización



T1: control; T2: xurro de vacún (XV); T3: XV+3,4 dimetilpirazol fosfato (DMPP); T4: XV-NAC27; T5: XV-ENTEC26; T6: XV+DMPP-ENTEC26; T7: NPK-NAC27; T8: ENTEC 24-8-7

Figura 3. Rendementos de MS do millo o segundo ano do experimento en función do tratamento de fertilización



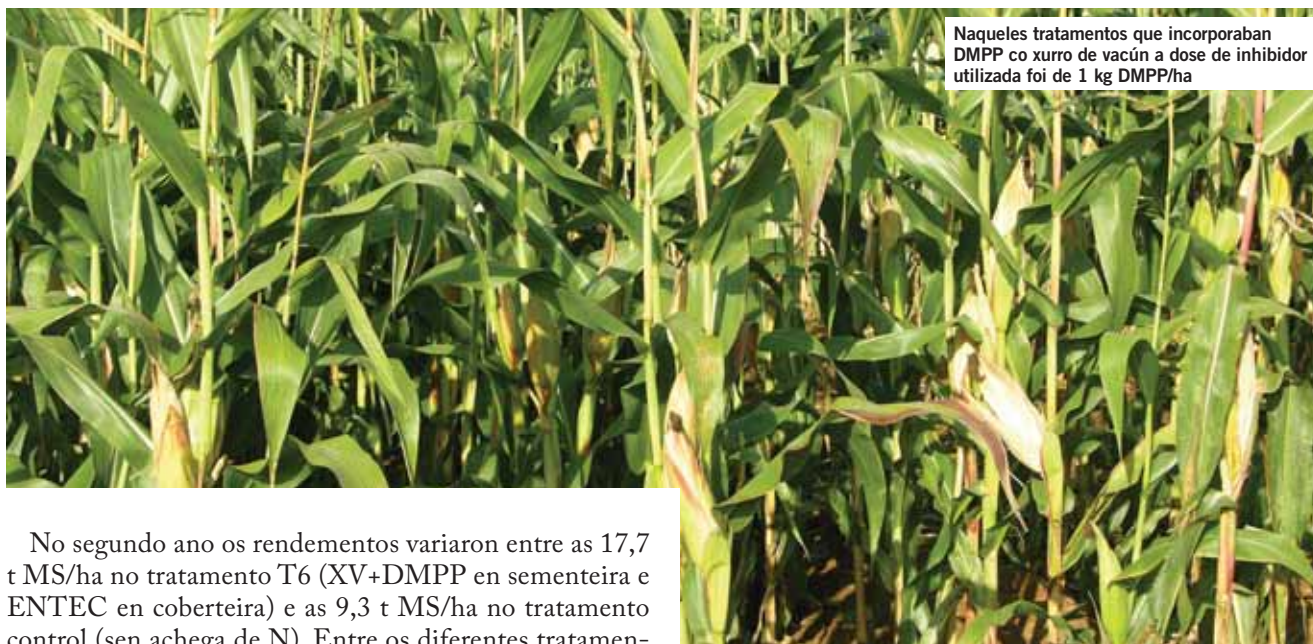
T1: control; T2: xurro de vacún (XV); T3: XV+3,4 dimetilpirazol fosfato (DMPP); T4: XV-NAC27; T5: XV-ENTEC26; T6: XV+DMPP-ENTEC26; T7: NPK-NAC27; T8: ENTEC 24-8-7

A fertilización afectou de forma significativa aos rendementos de MS do millo nos dous anos de estudo (figuras 2 e 3). As condicións climatolóxicas para o desenvolvemento do cultivo foron máis favorables no segundo ano; a sementeira tardía e a seca acontecida nos meses de xullo e agosto de 2013 reduciron a xerminación a 75.000 plantas/ha e obtívose unha produción media baixa de 11,7 t MS/ha. No segundo ano a densidade final obtida foi de 82.141 plantas/ha, cunha produción media de 16,0 t MS/ha.

No primeiro ano os tratamentos con XV nunha única aplicación (T2 e T3) foron os máis produtivos e alcanzouse un valor medio de 14,4 t MS/ha. A maior recuperación do N achegado cos fertilizantes (RAN) obtívose co XV nunha soa achega, independentemente do uso do inhibidor (táboa 3, primeiro ano). Tendo en conta os tratamentos que dividían a dose de N e combinaban fertilización orgánica de XV en sementeira e mineral en coberteira (T4, T5 e T6), non se observaron incrementos significativos debidos ao uso do DMPP, aínda que os resultados suxiren certa mellora produtiva (figura 2) e de RAN cando se incorporou o DMPP. A mesma situación deuse naqueles trata-

mentos de fertilización mineral (T7 e T8); non se atoparon diferenzas estatísticas entre unha aplicación convencional NPK en sementeira-NAC en coberteira e a fertilización con ENTEC nunha soa achega en sementeira, aínda que neste último tratamento a RNA foi superior nun 7 %. >>





Naqueles tratamentos que incorporaban DMPP co xurro de vacún a dose de inhibidor utilizada foi de 1 kg DMPP/ha

No segundo ano os rendementos variaron entre as 17,7 t MS/ha no tratamento T6 (XV+DMPP en sementeira e ENTEC en coberteira) e as 9,3 t MS/ha no tratamento control (sen achega de N). Entre os diferentes tratamentos de fertilización non se atoparon diferenzas estatísticas nin nos rendementos totais, nin nas fraccións de mazaroca e parte verde por separado. Analizando os tratamentos que combinaban fertilización orgánica/mineral (T4, T5 e T6), apreciouse un lixeiro incremento no T6 respecto de T4 e T5, cun incremento medio do 7 % na RAN polo cultivo cando se incorporou o inhibidor (T5 e T6 respecto de T4, táboa 3, segundo ano). Coa fertilización mineral (T7 e T8), a produción diminuíu lixeiramente en T7 respecto de T8 e o resto de tratamentos; cun comportamento similar ao do primeiro ano, a RAN en T8 foi 9 % superior á obtida en T7.

Nas táboas 4 e 5 móstranse os datos de calidade nutritiva de mazaroca e parte verde. O tratamento T7 obtivo a menor DMO da mazaroca o primeiro ano. No segundo ano houbo diferenzas estatísticas nos contidos de PB, FND e CNET na mazaroca. No tratamento T5 (XV+ENTEC) alcanzou o maior contido de PB, superior a T2 (XV); ademais, foi o tratamento con maior DMO. No tratamento T7 obtívose o maior contido en FND e o menor contido en CNET. O tipo de fertilización afectou á calidade da parte verde tan só nos contidos de MO e PB; o menor contido de PB obtívose en T3 con diferenzas respecto ao T1 e tratamentos con fertilización orgánica-mineral con inhibidor (T5 e T6) ou exclusivamente mineral (T7 e T8).

Resumindo, aínda que os incrementos produtivos e de extracción de N non foron significativos estatisticamente, pódense apreciar certos efectos positivos ao utilizar DMPP, que probablemente están relacionados coa redución de perdas de N en forma de N_2O observadas durante o ciclo do cultivo do primeiro ano (Báez *et al.*, 2015b) ou doutro tipo de perdas (Báez *et al.*, 2015a), ou ben cunha nutrición temporal nitroxenada amoniacal/nítrica que mellora a asimilación de N pola planta. Dende un punto de vista práctico, con fertilización mineral (tratamentos T7 e T8) a incorporación do inhibidor pode simplificar achegas de N, o cal permite maior flexibilidade no tempo á hora de aplicar os fertilizantes, resultados que corroboran os obtidos por outros autores (Hu *et al.*, 2014).

CONCLUSIÓNS

Nos dous anos de estudo a achega de fertilizantes tanto en forma orgánica como mineral incrementou de forma significativa o rendimento de materia seca obtido no tratamento testemuña (0 kg N/ha).

Os tratamentos de XV nunha soa aplicación en presemteira foron os máis produtivos no primeiro ano e no segundo igualaron os rendementos obtidos cando se aplicou XV combinado con mineral en coberteira (NAC ou ENTEC) ou cando se aplicou exclusivamente fertilización mineral (NPK+NAC ou ENTEC). A incorporación do inhibidor neste caso (T3 *vs.* T2) non incrementou a produción nin a recuperación do N aplicado.

Cando se aplicou XV en sementeira e mineral en coberteira (T4), non se observaron incrementos significativos na produción debidos ao uso do DMPP, aínda que os resultados suxiren que cando se incorpora DMPP (T5 e T6) pode haber certa mellora produtiva no primeiro ano e de extracción de N nos dous anos de estudo.

Cando se aplica fertilizante mineral (T7 e T8), unha soa achega de fertilizante co inhibidor (ENTEC) en presemteira pode mellorar a recuperación de N polo cultivo e algún parámetro de calidade na forraxe. Por tanto, unha das vantaxes ao utilizar fertilizantes minerais co inhibidor DMPP pode ser reducir o número de aplicacións sen detrimento da produción, o cal se traduce en menor custo de labor e menor compactación do terreo. No entanto, á vista dos resultados é necesario establecer a relación custo do inhibidor/beneficio valorando non só o aspecto produtivo senón aqueles beneficios ambientais que poden derivarse da súa utilización.

AGRADECEMENTOS

Este traballo foi financiado polo proxecto Feader 2012/23 “Xunta de Galicia. Consellería de Medio Rural e do Mar”. Grazas a EuroChem Agro Iberia S.L. e a Progando pola súa colaboración na investigación e pola subministración de fertilizantes e inhibidores. ●

BIBLIOGRAFÍA

AKIYAMA H., YAN X., YAGI K. (2010) Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. *Glob. Change Biol.* **16**, 1837-1846.

ARREGUI L.M., QUEMADA M. (2008) Strategies to improve nitrogen use efficiency in winter cereal crops under rained conditions. *Agron. J.*, **100**, 277-284.

BÁEZ BERNAL M.D., GILSANZ REY C., GARCÍA POMAR M. I., J. CASTRO INSUA (2015a). Fertilización orgánica y mineral de maíz forrajero con incorporación del inhibidor 3,4 dimetilpirazol fosfato. 54ª Reunión Científica de la S.E.E.P. Palma (Mallorca), España. En prensa.

BÁEZ M.D., GILSANZ C., GARCÍA M.I. (2015b) Incorporación del inhibidor 3,4 dimetil pirazol fosfato (DMPP) con purín de vacuno y mineral en maíz. Abstracts IV Workshop Remedia. Red Científica de Mitigación de emisiones de GEI en el sector agroforestal. Madrid 23-25 marzo 2015.

CAMPO L., MORENO-GONZÁLEZ J. (2014) Ecuaciones NIRS desarrolladas para la estimación del contenido de proteína y almidón en grano de maíz. En: Busqué J. *et al.* (Eds) *Pastos y PAC 2014-2020*, pp 365-372. Potes (Cantabria), España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

CAMPO L., REVILLA P., MALVAR R.A., ÁLVAREZ A., RUÍZ DE GALARRETA J.I., RÍOS D., ORDÁS A., MORENO-GONZÁLEZ J. (2014) Variabilidad en la composición química de las mazorcas entre poblaciones locales de maíz de diversas zonas de la España peninsular e islas canarias, En: Busqué J. *et al.* (Eds) *Pastos y PAC 2014-2020*, pp 389-396. Potes (Cantabria), España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

HU Y., SCHRAML M., VON TUCHER S., LI F., SCHMIDHALTER U. (2014) Influence of nitrification inhibitors on yields of arable crops: A meta-analysis of recent studies in Germany. *International Journal of Plant Production*, **8(1)**, 33-50.

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. *Biol. Fert. Soil*, **34**, 85-97.

ZERULLA W., BARTH T., DRESSEL J., ERHARDT K., HORCHLER VON LOCQUENGIEN K., PASDA G., RADLE M., WISSEMIER A.H. (2001) 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP)-a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol. Fert. Soil*, **34**, 79-94.