



A APLICACIÓN WEB RAX DE RECOMENDACIÓN DE ABONADO CON XURRO NO MILLO FORRAXEIRO. UTILIZACIÓN DE MÉTODOS RÁPIDOS DE ANÁLISE DE XURRO

En colaboración coa Cooperativa Agraria Provincial de A Coruña, o CIAM puxo a disposición dos usuarios na súa web unha serie de aplicacións co nome de RAX (Recomendacións de Abonado con Xurro). Neste artigo analízase con detemento a aplicación RAX de recomendación de fertilización con xurro no millo forraxeiro.

M.I. García Pomar, D. Báez Bernal, J. Castro Insua, C. Gilsanz Rey
Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Ingacal

»» INTRODUCCIÓN

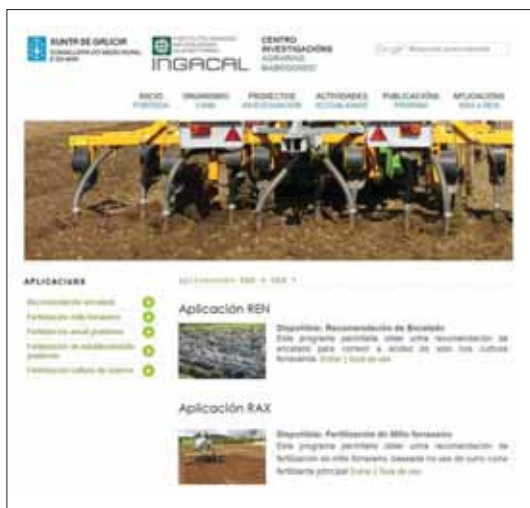
O xurro é o conxunto de dexeccións sólidas e líquidas do gando xunto a restos de materiais utilizados na alimentación e segundo os casos: material de camas, efluentes de ensilados etc., todo isto máis ou menos diluído cunha cantidade variable de auga procedente da limpeza das instalacións gandeiras e da choiva (fosas descubertas).

Nas explotacións leiteiras galegas, onde a produción de leite está asociada á de forraxes, pradeira e millo forraxeiro fundamentalmente, o mellor aproveitamento do xurro é como fertilizante na propia explotación, reducindo os custos de produción polo aforro de fertilizantes minerais.

No proxecto europeo “Green Dairy” (Interreg IIIB n.º 100), no que participaron 139 explotacións gandeiras de vacún de leite representativas de 11 rexións do Arco Atlántico (Irlanda do Norte, Escocia, Irlanda, Gales, Inglaterra, Bretaña, País do Loira, Aquitania, País Vasco, Galicia e Norte de Portugal), comprobouse que o grupo das 18 explotacións galegas estudadas polo CIAM realizaban gastos innecesarios en fertilización e os maiores excesos eran de fósforo, con 156 kg/ha de P_2O_5 , e os segundos maiores excesos encontráronse no balance de nitróxeno, con 349 kg/ha (Raison *et al.*, 2006).

Os balances de nutrientes das nosas explotacións permiten afirmar que poden chegar a ter, xunto coas explotacións do Norte de Portugal, o maior grao de autosuficiencia na fertilización de todo o Arco Atlántico se se fixese unha correcta valorización e un bo uso do xurro como fertilizante dos cultivos forraxeiros (“Green Dairy”, 2006). Isto

Pantallazo do acceso á aplicación web RAX



contribuiría a unha mellora da marxe económica e da sustentabilidade das explotacións leiteiras, nun sector que en Galicia ten unha grande importancia, cun valor total da produción en 2007 de 825 millóns de euros, que supón o 47 % da produción final gandeira, e o 32 % da produción final agraria (Xunta de Galicia, 2012).

A APLICACIÓN RAX “RECOMENDACIÓN DE ABONADO CON XURRO NO MILLO FORRAXEIRO”

Un programa de fertilización de cultivos é unha ferramenta que facilita o labor de recomendación de fertilizantes tanto a técnicos coma a gandeiros. O CIAM, en colabo-

ración coa Cooperativa Agraria Provincial de A Coruña, desenvolveu unhas aplicacións *on-line* (están “colgadas” na páxina web do CIAM), que teñen a gran vantaxe de integrar e valorizar os nutrientes producidos nas explotacións gandeiras. As aplicacións ou programas RAX fan unha recomendación de fertilización nos cultivos forraxeiros tendo en conta que a principal fonte de nutrientes nas explotacións de gando vacún leiteiro está na reciclaxe do xurro como fertilizante orgánico, recomendación que pode vir complementada se é necesario co uso de fertilizantes minerais sintéticos.

Na actualidade hai catro aplicacións RAX:

- Fertilización do millo forraxeiro
- Fertilización de establecemento de pradeiras
- Fertilización anual de pradeiras
- Fertilización de cultivos forraxeiros de inverno

Todas as aplicacións RAX teñen unha estrutura semellante. Neste artigo imos ver con detemento a aplicación RAX de recomendación de fertilización con xurros no millo forraxeiro. Para acceder á aplicación hai que entrar na páxina web do CIAM (www.ciam.es) e, na parte superior dereita, facer clic sobre “Aplicacións RAX e REN” e entrar na aplicación “Fertilización do Millo Forraxeiro”. Unha vez que se entra, o primeiro paso é rexistrarse. O rexistro é completamente gratis e só ten como misión coñecer os usuarios conectados e ofrecer un mellor servizo. O nome de usuario e o contrasinal introducidos serven para o acceso a calquera das aplicacións RAX e REN. >>>

DATOS DE ENTRADA DO PROGRAMA

Para realizar unha correcta fertilización do millo forraxeiro con xurro hai que coñecer a composición química deste, a riqueza en nutrientes do solo, as extraccións de nutrientes do millo forraxeiro que dependen da dispoñibilidade dos nutrientes no solo e da produción obtida, así como as técnicas, momentos e condicións de aplicación para a mellora da eficiencia na utilización do nitróxeno.

Por todo isto, para obter a recomendación de fertilización coa aplicación RAX é necesario introducir os seguintes datos:

- Composición química do xurro
- Produción de materia seca
- Análise do solo
- Información complementaria (técnicas, momentos e condicións de aplicación do xurro e fertilizante mineral complementario á cantidade de xurro aplicada)

COMPOSICIÓN QUÍMICA DO XURRO

Os contidos de nutrientes dun xurro de vacún de leite poden extrapolarse a partir dos valores medios dun número elevado de mostras, pero é mellor, cando hai que fertilizar con xurro, caracterizalo en cada explotación nos momentos da súa aplicación, pois o contido en nutrientes do mesmo presenta variabilidade dunhas explotacións a outras (Castro, 2000) e unha variabilidade estacional dentro dunha mesma explotación (Acea *et al.*, 1990).

A caracterización mediante análise da composición química para coñecer o contido en nutrientes pode facerse mediante unha análise en laboratorio ou mediante unha estimación a partir de medidas indirectas (densímetro e/ou condutímetro). As medidas indirectas presentan a vantaxe de facer estimacións en tempo real e in situ, sen apenas procesado de mostras, dun xeito rápido, suprimindo o tempo que pasa dende a recollida da mostra para a análise no laboratorio ata a entrega do resultado analítico ao gandeiro.

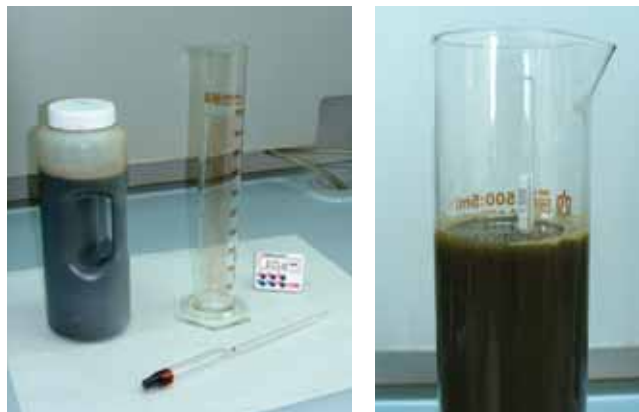
a) Valor medio de nutrientes no xurro de vacún de leite

A aplicación permite seleccionar uns valores medios de contido en nutrientes do xurro, obtidos a partir de 218 mostras de xurro de vacún analizadas nos últimos anos no CIAM. Na táboa 1 aparecen os contidos medios de nutrientes e o seu valor fertilizante expresado por 1.000 kg de xurro.

Táboa 1. Contido medio de nutrientes no xurro de vacún de leite

% materia seca	7,42
% N total (% sobre m.s.)	3,81
% P total (% sobre m.s.)	0,78
% K total (% sobre m.s.)	3,72
Kg N /1.000 kg xurro	3,02
kg de P ₂ O ₅ /1.000 kg xurro	1,42
kg de K ₂ O/1.000 kg xurro	3,54

Para estes valores medios, se se aplica 10 m³ de xurro cunha densidade de 1,07 kg/l, estanse aplicando 30 kg de N, 14 kg de P₂O₅ e 35 kg de K₂O, o que sería equivalente á aplicación duns 125 kg dun fertilizante complexo 12-12-24, mais 30 kg de urea.



A estimación do contido en nutrientes do xurro a partir da densidade faise dun xeito rápido e sinxelo

b) Análise do xurro en laboratorio

A análise do xurro farase nun laboratorio e solicitarase a realización das seguintes analíticas: % de materia seca, nitróxeno (% sobre materia seca), fósforo (% sobre materia seca), potasio (% sobre materia seca) e densidade (kg/l). Unha vez se teñan estes datos, introdúcense os seus valores no programa na pestana “Análise xurro”.

A mostra de xurro para unha análise química debe tomarse da fosa remexendo previamente o xurro ou da cisterna. A cantidade de mostra estará ao redor de medio litro, o envase será de plástico e non se encherá na súa totalidade. A almacenaxe antes de enviala ao laboratorio será en lugar fresco e durante non máis de tres días.

Para ver as necesidades de fertilización cun xurro de pouco só se ten a opción de introducir a análise de laboratorio.

c) Estimación da composición do xurro de gando vacún leiteiro a partir da densidade

A densidade do xurro relaciónase coa súa materia seca e coa súa composición química (táboa 2). A toma de mostras será igual que para a análise en laboratorio e despois depositase o xurro recollido nunha probeta ou nun cubo coa suficiente profundidade, reméxese e introdúcese un densímetro, facendo a lectura aos cinco minutos. >>>

Táboa 2. Estimacións feitas no CIAM sobre a cantidade de nitróxeno, fósforo e potasio proporcionados por 10 m³ de xurro en función da densidade (kg/l)

Densidade (kg/l)	Materia seca (%)	N (kg/10 m ³)	P ₂ O ₅ (kg/10 m ³)	K ₂ O (kg/10 m ³)
1,02	6,3	25	11	28
1,06	6,6	27	12	30
1,10	6,9	29	13	33
1,14	7,1	31	14	36
1,18	7,4	33	15	38
1,22	7,7	35	15	41
1,26	8	37	16	44
1,40	8,9	44	19	53
1,60	10,3	54	23	66
1,80	11,7	64	28	79
2,00	13,1	74	32	92

A aplicación inclúe as relacións da táboa 2, polo que só é necesario introducir o valor da densidade na pestana “Densidade xurro” e a aplicación estima os contidos en nutrientes do xurro

Pantallazo da páxina de entrada de datos da aplicación RAX



d) Estimación da composición do xurro de gando vacún leiteiro a partir da condutividade e a densidade

Unha estimación máis precisa da composición química do xurro de vacún faise a partir da medida da condutividade e da densidade, o que mellora notablemente (respecto a ter en consideración só a densidade) a estimación dos contidos de nitróxeno e potasio e lixeiramente a estimación dos contidos de fósforo.

Os resultados foron obtidos a partir de medicións en 39 mostras de xurro de distintas explotacións leiteiras da condutividade, da densidade e da determinación por vía húmida no laboratorio do contido de materia seca, N (% sobre materia seca), P (% sobre materia seca) e K (% sobre materia seca).

Usáronse tres condutímetros, un condutímetro portátil (Crison) cun electrodo de titanio e outros dous de peto (Hanna) [cada un destes dous cun rango diferente de medida], e comprobouse con solucións de distinta condutimetría a existencia de correlacións excelentes cun R² de 1 entre o portátil e os dous de peto, o que permite converter exactamente as medidas obtidas nun coas medidas obtidas polo outro. A aplicación está preparada para obter os contidos de nutrientes a partir da condutividade medida co condutímetro Crison; con outros condutímetros pode haber lixeiras variacións.

Fixéronse dous tipos de medicións da condutimetría: unha lectura directamente no xurro sen diluír e outra no xurro diluído con auga destilada na relación 1:9 para evitar posibles interaccións eléctricas e iónicas entre os ións.

Establecéronse correlacións entre a condutimetría (mS/cm) xunto coa densidade (kg/l) e os contidos de nitróxeno, fósforo e potasio do xurro (kg de N, kg de P₂O₅ e kg de K₂O por metro cúbico). As correlacións foron mellores para a condutividade eléctrica medida nunha dilución 1:9 que para a condutividade eléctrica medida directamente, polo que se decidiu tomar a primeira para o cálculo das ecuacións de regresión.

Obtivéronse as seguintes ecuacións e táboas para estimar os nutrientes do xurro a partir da condutividade medida nunha dilución 1:9 (CE_{dil}) e da densidade (D) [García *et al.*, 2014b]:

kg/m ³	Ecuación	Coefficiente de determinación
Ecuación regresión múltiple		
N	1,03CE _{dil} +4,12D-3,38	0,81***
P ₂ O ₅	0,25CE _{dil} +1,75D-1,23	0,88***
K ₂ O	1,51CE _{dil} +6,00D-6,13	0,73***

*** P<0,001

Táboa 3. Estimación dos kg de N proporcionados por 10 m³ de xurro en función da condutividade (mS/cm) e da densidade (kg/l)

kg N /10 m ³	Condutividade eléctrica diluída (1:9) (mS/cm)	Densidade (kg/l)									
		1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,40	1,60	1,80
0,4	12	14	16	17	19	21	22	28	36	44	53
0,7	15	17	19	20	22	24	25	31	39	48	56
1,0	19	20	22	23	25	27	28	34	42	51	59
1,3	22	23	25	27	28	30	32	37	46	54	62
1,6	25	26	28	30	31	33	35	40	49	57	65
1,9	28	29	31	33	34	36	38	43	52	60	68
2,2	31	33	34	36	37	39	41	47	55	63	71
2,5	34	36	37	39	41	42	44	50	58	66	74
2,8	37	39	40	42	44	45	47	53	61	69	77

Táboa 4. Estimación dos kg de P₂O₅ proporcionados por 10 m³ de xurro en función da condutividade (mS/cm) e da densidade (kg/l)

kg P ₂ O ₅ /10 m ³	Condutividade eléctrica diluída (1:9) (mS/cm)	Densidade (kg/l)									
		1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,40	1,60	1,80
0,4	7	7	8	9	9	10	11	13	17	20	24
0,7	7	8	9	9	10	11	12	14	17	21	24
1,0	8	9	9	10	11	12	12	15	18	22	25
1,3	9	10	10	11	12	12	13	15	19	22	26
1,6	10	10	11	12	12	13	14	16	20	23	27
1,9	10	11	12	12	13	14	15	17	20	24	27
2,2	11	12	12	13	14	15	15	18	21	25	28
2,5	12	13	13	14	15	15	16	18	22	25	29
2,8	13	13	14	15	15	16	17	19	23	26	30

Táboa 5. Estimación dos kg de K₂O proporcionados por 10 m³ de xurro en función da condutividade (mS/cm) e da densidade (kg/l)

kg K ₂ O/10 m ³	Condutividade eléctrica diluída (1:9) (mS/cm)	Densidade (kg/l)									
		1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,40	1,60	1,80
0,4	6	8	11	13	16	18	20	29	41	53	65
0,7	10	13	15	18	20	22	25	33	45	57	69
1,0	15	17	20	22	25	27	29	38	50	62	74
1,3	20	22	24	27	29	32	34	42	54	66	78
1,6	24	26	29	31	34	36	38	47	59	71	83
1,9	29	31	33	36	38	41	43	51	63	75	87
2,2	33	36	38	40	43	45	48	56	68	80	92
2,5	38	40	42	45	47	50	52	60	72	84	96
2,8	42	45	47	49	52	54	57	65	77	89	101

Para determinar a condutividade (mS/cm) reméxese o xurro e tómase unha mostra de 100 ml da cisterna ou da fosa, que se introduce nunha probeta de 1.000 ml de capacidade, e logo énchese con auga ata os 1.000 ml. Reméxese e cun condutímetro (calíbrase previamente) mídese a condutividade eléctrica introducíndoo directamente no xurro diluído.

A determinación da densidade faise como o indicado no apartado anterior.

As ecuacións anteriores, e por conseguinte as táboas 3, 4 e 5 están incluídas no programa, só é necesario introducir os valores da condutividade e da densidade na pestana “Condutividade e densidade xurro” e a aplicación estima os contidos de nutrientes do xurro. ➤➤



A medida da condutividade faise introducindo o electrodo no xurro diluído con auga na proporción 1:9



PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (t/ha)

En función da produción, as extraccións feitas pola colleita e, por conseguinte, a cantidade de nutrientes que é necesario proporcionar variarán. A aplicación permite introducir a produción de materia seca esperada (t/ha) nunha parcela da cal o comportamento produtivo sexa coñecido polo agricultor. Se non se introduce ningún valor, o programa toma por defecto unha produción de 20 t/ha.

ANÁLISE DO SOLO

Cando se fai unha análise de fertilidade de solos, hai dúas determinacións básicas, que son a de fósforo (P) e a de potasio (K) expresadas en partes por millón (ppm), datos que nos pide o programa. Tendo en conta estas dúas determinacións, temos solos ricos, onde o nivel elevado de nutrientes permite economizar fertilizantes; solos pobres, onde é necesario facer fertilizados de corrección para ir incrementando o nivel de nutrientes ata os dun solo medio, e solos de riqueza media, onde non é necesario facer un fertilizado de corrección para elevar as reservas dos solos, pero si un para fornecer as extraccións que realiza a colleita. Un solo cun nivel medio debe alcanzar as 25 ppm de P e as 125 ppm de K.

Outro parámetro importante da fertilidade dos solos galegos é a porcentaxe de saturación de aluminio, que nos indicará se cómpre ou non encalar. Nun estudo feito no CIAM detectouse que un 59 % de parcelas de explotacións de gando vacún leiteiro tiñan que ser encaladas ao ter unha porcentaxe de saturación de aluminio superior ao 10 %. Este labor é fundamental dada a súa elevada repercusión nos rendementos produtivos e o seu baixo custo. A introdución deste dato na aplicación é opcional. Existe tamén unha aplicación informática de Recomendación de Encalado (aplicación REN) que permite coñecer a cantidade dun material encalante concreto necesario para corrixir a acidez do solo (García *et al.*, 2014a).

TÉCNICAS, MOMENTOS E CONDICIÓNS DE APLICACIÓN DOS XURROS

O nitróxeno non se acumula no solo co tempo, polo que o fertilizado nitrogenado debe chegar as extraccións que realiza a colleita e tamén as perdas por volatilización do amoníaco (NH_3) cara á atmosfera que poden ser importantes cando se fertiliza con xurros (García *et al.*, 2010). As perdas por lavado/lixiviación de nitratos redúcense ao mínimo aproximando a aplicación do xurro á sementeira.

Hai que ter en conta ademais o nitróxeno presente no solo ao inicio do cultivo e a mineralización dos restos orgánicos dos cultivos precedentes. Pero estes parámetros presentan unha determinación máis complicada, aínda que o CIAM está a traballar en métodos que a faciliten.

Como xa se comentou, a eficiencia na utilización do nitróxeno dos xurros vai depender da técnica de aplicación. Para mellorar o aproveitamento do nitróxeno é básico facer o enterrado do xurro para evitar as perdas do nitróxeno amoniacal cara á atmosfera. Se o xurro non se enterra, pódese volatilizar a totalidade do nitróxeno amoniacal, que representa aproximadamente dende un 50 % ata un 75 % do nitróxeno no xurro de vacún e porcino, respectivamente. O 50 % das perdas de amoníaco ocorren dentro das 4-12 horas despois da aplicación dos xurros, a incorporación con grades pode diminuír as perdas arredor do 80 % e a inxección en profundidade na súa totalidade (Oenema *et al.*, 2008).

Nesta volatilización tamén inflúen outros factores, como son a temperatura, a humidade e o vento (táboa 6).

Táboa 6. Eficiencia de utilización do nitróxeno do xurro, en función das técnicas, momentos e condicións de aplicación

Forma de aplicación	Momento de aplicación	Condicións de aplicación		
		Óptimas (*)	Regulares	Malas (**)
Coberteira	Finais de inverno	0,7	0,6	0,6
	Primavera	0,5	0,5	0,4
	Outono	0,4	0,3	0,3
Enterrado	Inmediatamente	0,9	0,8	0,7
	Menos de 4 horas	0,8	0,7	0,6
	0 mesmo día	0,7	0,6	0,5

(*) **Condicións óptimas**

- Elevada humidade relativa do aire: orballo ao amencer ou ao atardecer
- Vento en calma
- Baixas temperaturas

(**) **Condicións malas**

- Tempo seco, mediodía
- Forte vento
- Altas temperaturas

O programa dá a opción de introducir a forma, o momento e as condicións de aplicación e calcula as perdas por volatilización corrixíndoas cunha maior achega de fertilizante nitrogenado. Canto maior sexa a eficiencia menor cantidade de xurro se necesitará para satisfacer as necesidades de nitróxeno do cultivo.

OUTROS DATOS

A aplicación permite definir os metros cúbicos por hectárea de xurro que se van aplicar e calcula as unidades fertilizantes complementarias para cubrir todas as necesidades do cultivo. >>

Hai tres opcións:

- Non cubrir este dato e o programa toma o valor de 50 m³/ha.
- Cubrir o dato previamente á recomendación obtida.
- Volver cubrir o dato a posteriori, para axustar a dose ás recomendacións obtidas.

Para satisfacer as unidades fertilizantes complementarias ao xurro, a aplicación permite tamén elixir entre diferentes fertilizantes e calcula os kg/ha que son necesarios. En función do tipo de fertilizante pódese elixir o nutriente que se quere proporcionar na súa totalidade, N, P₂O₅ ou K₂O, e o programa posteriormente indicará se quedan pendentes de satisfacer as necesidades dalgúns destes nutrientes. Ao igual que no caso anterior, pódese elixir o fertilizante a posteriori para adaptalo ao equilibrio entre nutrientes obtido na recomendación.

DATOS DE SAÍDA DO PROGRAMA

Unha vez introducidos os datos indicados anteriormente, a aplicación mostra unha saída de datos, que pode imprimirse ou gardarse:

- O valor fertilizante de 1 m³ de xurro, expresado en unidades fertilizantes de nitróxeno (kg de N), de fósforo (kg de P₂O₅) e de potasio (kg de K₂O).
- A equivalencia de 10 m³ do xurro en fertilizantes simples.
- O fertilizado de corrección expresado como m³ de xurro necesarios para satisfacer as necesidades de fósforo (P) e de potasio (K) do solo co obxectivo de incrementar en sucesivas aplicacións os niveis destes nutrientes ata un nivel de riqueza medio.
- A recomendación de encalado en t/ha de calcaria cun 100 % de riqueza. Para outras riquezas ou materiais encalantes pode utilizarse a aplicación REN (Recomendación de Encalado).
- O fertilizado necesario para satisfacer as necesidades de nitróxeno (N), fósforo (P) e potasio (K) do millo forraxeiro, expresado como m³ de xurro.
- As unidades fertilizantes de nitróxeno (kg/ha de N), de fósforo (kg/ha de P₂O₅) e de potasio (kg/ha de K₂O) que faltarían por proporcionarlle ao millo forraxeiro cando se aplica a dose de xurro que se seleccionou previamente, pero convén modificala en función dos resultados do apartado anterior.
- Necesidades pendentes de satisfacer se se aplica un determinado fertilizante. Este pode seleccionarse ao principio indicando o nutriente que se quere achegar na súa totalidade, pero convén modificalo en función dos resultados do apartado anterior, para que os valores se aproximen a 0.

CONCLUSIÓNS

Un programa de fertilización de cultivos é unha ferramenta que facilita o labor de recomendación de fertilizantes tanto a técnicos como a gandeiros. A aplicación ou programa web RAX de fertilización no millo forraxeiro fai unha recomendación que ten en conta que a principal fonte de nutrientes nas explotacións de gando vacún leiteiro está na reciclaxe do xurro como fertilizante orgánico, a cal pode vir complementada se é necesario co uso de fertilizantes minerais sintéticos.

A aplicación vén acompañada dunha guía de utilización, aínda que é de uso moi doado, polo que esperamos que sexa unha boa ferramenta para o incremento e a mellora do uso do xurro como fertilizante nas explotacións leiteiras galegas.

Ademais, os métodos rápidos de estimación da composición química do xurro de vacún en tempo real e in situ permitirán facer recomendacións axustadas á realidade de cada parcela e explotación, facilitando dun xeito inmediato as doses de xurro necesarias, cos subseguintes beneficios ambientais e económicos.

AGRADECEMENTOS

Á Unión Europea e á Xunta de Galicia polo financiamento do proxecto Feader 2007/08 “Redución do consumo de fertilizantes minerais sintéticos nas explotacións de vacún de leite mediante a valorización do xurro como abono” e do proxecto Feader 2012/31 “Elaboración de táboas e de programa *online* de recomendación de fertilización nitroxenada nas rotacións forraxeiras das explotacións leiteiras galegas en función do aporte de nitróxeno polo solo”, que a Cooperativa Agraria Provincial de A Coruña desenvolveu en colaboración co CIAM. Grazas tamén a M.^a José Bermúdez e a M.^a José Casal polas análises realizadas. ●

BIBLIOGRAFÍA

- Acea, M.J.; Cabaneiro, A.; Carballas, M.; Gil, F.; Leirós, M.C.; López, E.; Núñez, A.; Villar, M. C. 1990. El xurro de vacuno en Galicia. Xunta de Galicia, 162 pp.
- Castro, J. 2000. O manexo do xurro nas explotacións de leite galegas: problemática e planes de manexo do xurro como abono. Curso de residuos agrarios, EGAP.
- García, M.I.; Castro, J.; Báez, D.; Camba, J.; López, J. 2010. Directrices para fertilizar con xurros o millo forraxeiro. *Afriga*, 85: 66-73.
- García, M.I.; Báez, D.; Castro, J. 2014a. Recomendación de encalado nos cultivos forraxeiros. *Afriga*, 114: 106-114.
- García, M.I.; Báez, D.; Castro, J.; Gilsanz, C. 2014b. Estimation of nutrient value of slurry in dairy farms in Galicia from the density and electrical conductivity. En: Proceedings of the 18th Nitrogen Workshop, Lisboa.
- Green Dairy Project Interreg Atlantic Area III B N° 100. 2006. Proceedings of the final seminal. Rennes (France), 13-14 december.
- Oenema, O.; Bannink, A.; Sommer, S.G.; Van Groenigen, J.W.; Velthof, G.L. 2008. Gaseous nitrogen emissions from livestock farming systems. En. Nitrogen in the Environment: Sources, Problems and Management, Ed: Hatfield & Follet, 395-441.
- Raison, C.; Pfimlin, A.; Le Gall, A.; 2006. Optimisation of environmental practices in a network of dairy farms of the Atlantic Area. En: Proceedings of the Final Seminar of Green Dairy Project: Interreg Atlantic Area III B N°100, 43-65
- Xunta de Galicia, 2012. Anuario de Estadística Agraria 2007. Ed: Consellería do Medio Rural e do Mar-Xunta de Galicia. Santiago de Compostela (España).