



## Rotaciones de maíz con cultivos de invierno: producciones de los cultivos independientes y efectos en la rotación

En este artículo mostramos los resultados del experimento llevado a cabo por el CIAM durante ocho años, en los que se han estudiado cuatro rotaciones forrajeras con maíz como cultivo de verano para analizar cómo la variabilidad estacional puede afectar a las producciones de los cultivos y cuál de ellas es la más favorable para conseguir la máxima producción reduciendo aportes de fertilizantes nitrogenados, es decir, con el propósito de mejorar la sostenibilidad de las explotaciones de vacuno de leche.

M.D. Báez Bernal, M.I. García Pomar, J.F. Castro Insua, A. Louro López, C. Gilsanz Rey, V. García Souto, C. Santiago Andión

Dpto. de Pastos y Cultivos. Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Agacal  
dolores.baez.bernal@xunta.es

### INTRODUCCIÓN

Los trabajos realizados en los últimos años en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) basados en encuestas realizadas a explotaciones

de vacuno de leche ponen de manifiesto que la producción de leche en Galicia sigue mayoritariamente un modelo intensivo dependiente del cultivo de maíz, cultivo responsable del 42 % de la producción de leche

(Fernández-Lorenzo *et al.*, 2016; Flores-Calvete *et al.*, 2017; Botana-Fernández *et al.*, 2018). Estos trabajos también destacan que la rotación más frecuente en las explotaciones sigue siendo la de raigrás italiano-maíz.

Está demostrado que las rotaciones de dos cultivos por año producen más que las praderas y pueden reducir el problema de la lixiviación de nitratos cuando se deja el suelo en barbecho durante el invierno (Báez, 1999),



► UNA ESTRATEGIA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DE LA ROTACIÓN ES SEMBRAR DURANTE EL OTOÑO-INVIERNO ESPECIES LEGUMINOSAS, FIJADORAS DE NITRÓGENO (N) O MEZCLAS DE GRAMÍNEAS/LEGUMINOSAS



pero en el caso de la rotación raigrás italiano-maíz, pese a ser muy productiva y de alto valor energético, el contenido proteico alcanzado es bajo y obliga a importar materias primas en las explotaciones. Una estrategia para aumentar la producción de proteína de la rotación es sembrar durante el otoño-invierno especies leguminosas, fijadoras de nitrógeno (N) o mezclas de gramíneas/leguminosas. Está descrito que la descomposición de las raíces y residuos de las leguminosas pueden influir en gran medida a los procesos de mineralización del N y por lo tanto al contenido de N mineral en el suelo provocando un efecto favorable en el cultivo posterior. Esta práctica, además, ayudaría a optimizar los balances de nutrientes y a mejorar la sostenibilidad de las explotaciones puesto que aumenta la utilización de los recursos forrajeros propios y al mismo tiempo reduce la utilización de fertilizantes nitrogenados.

Aunque son bastantes los trabajos llevados a cabo en los últimos años a lo largo de la cornisa cantábrica estudiando las rotaciones forrajeras en las condiciones de la España Húmeda o

posibles alternativas al cultivo de raigrás italiano durante el invierno (Báez, 1999; Flores *et al.*, 2011; González *et al.*, 2014; Botana *et al.*, 2016; Baizán, 2019, etc.) se detecta una falta de información en el conocimiento de los procesos y transformaciones a largo plazo. Normalmente los experimentos de campo tienen una duración limitada a 2-3 años y son muy escasos aquellos trabajos en los que se puede analizar una serie temporal de más de cuatro años. En este trabajo el objetivo es analizar a medio-largo plazo aquellas prácticas agronómicas más favorables en cuanto a cubierta invernal y su interacción con la fertilización aplicada al maíz posterior con el fin de optimizar los niveles productivos y de extracción de N en las rotaciones de maíz.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se inició en otoño de 2011 (y aún continúa implantado), en una parcela experimental del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (Abegondo, A Coruña, zona costera atlántica de Galicia a 97 m de altitud, latitud 43°N, longitud: 8°O) con la siembra de cuatro cultivos de invierno, ►

## Jaque mate a las malas hierbas

La jugada maestra para un control temprano de las malas hierbas del maíz



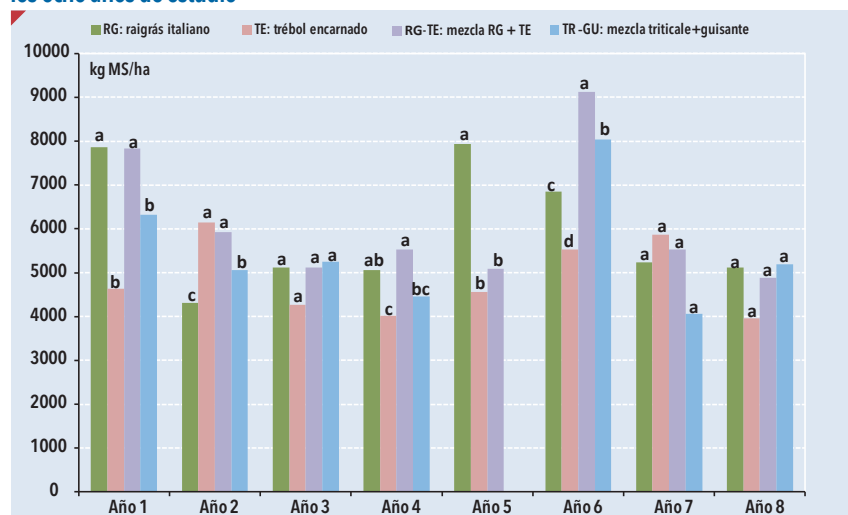
**Lumax®**

**syngenta.**



© 2019 Syngenta. Todos los derechos reservados. <sup>TM</sup> y © son marcas comerciales del Grupo Syngenta.  
Use los productos fitosanitarios de manera segura.  
Lea siempre la etiqueta y la información sobre el producto antes de usarlo.

**Figura 1. Producción de materia seca (kg MS/ha) para los diferentes cultivos de invierno en los ocho años de estudio**



Cultivo de invierno: RG: raigrás italiano, TE: trébol encarnado, RG-TE: mezcla RG+TE, TR-GU: mezcla triticale+guisante. Para cada año valores con letras diferentes son significativamente diferentes a  $p < 0,05$  utilizando el test de Duncan

dos monocultivos: raigrás italiano alternativo (RG: *Lolium multiflorum* L., cv Promenade, dosis de siembra a 40 kg/ha) y trébol encarnado (TE: *Trifolium incarnatum* L., cv Viterbo, dosis 30 kg/ha, excepto en el segundo año cv Conteá, y en el sexto y séptimo cv Santo Antonio), y dos mezclas: raigrás italiano/trébol encarnado de las mismas especies (RG-TE: dosis 10 kg/ha de RG y 30 kg/ha de TE) y triticale/guisante (TR-GU: x *triticoscale* Witt, cv. Colegiale, dosis 70 kg/ha y *Pisum sativum* L., cv Gracia, dosis 125 kg/ha, excepto en el quinto año cv Forrimax). Durante el estudio se intentó mantener los mismos cultivares; no obstante, cuando no fue posible debido a que no se comercializaban se seleccionaron aquellos que podían tener características similares a los sembrados inicialmente.

El diseño experimental es de bloques al azar, con 4 repeticiones, y un tamaño de parcela elemental para el cultivo de invierno de 24 m x 15 m. Las siembras de los cultivos de invierno se efectuaron entre el 14 de octubre y el 23 de noviembre los años más tardíos, y la cosecha entre el 23 de abril y el 18 de mayo. El análisis inicial del suelo (0-15 cm) presentó una textura franco limosa, con un contenido en C de 32,7 g/kg de MS, de N de 2,23 g/kg de MS y una relación C/N de 10. Las prácticas de abonado se mantuvieron idénticas durante todos los años: antes de la siembra de los cultivos de invierno se aportaba un fondo de: 50 kg N/ha, 100 kg  $P_2O_5$ /ha y 100 kg  $K_2O$ /ha, y a lo largo del crecimiento sólo el cultivo de RG recibía un

aporte de 60 kg N/ha (Nitrato Amónico Cálcico 27 %) en el mes de marzo, tras un corte intermedio o sin efectuar este corte por no haber suficiente materia seca tal y como ocurrió los últimos dos años (2018 y 2019).

Una vez cosechados los cultivos de invierno se sembró (veranos desde 2012 hasta 2019) la misma variedad de maíz (cv LG 33.85). La parcela elemental fue dividida en varias sub-parcelas para estudiar el efecto del tipo de fertilización en el cultivo de maíz. En el trabajo que se presenta se han seleccionado dos tratamientos de fertilización que corresponden a las sub-parcelas de: a) fertilización mineral con 160 kg N/ha aplicado en dos aportes, 60 kg N/ha (Nitrato Amónico Cálcico 27 %) en siembra y 100 kg N/ha (Nitrato Amónico Cálcico 27 %) cuando el maíz tenía cinco hojas, y b) un tratamiento control que no recibía aporte de N. Previamente a la siembra del maíz se aportaba por término medio 100 kg  $P_2O_5$ /ha y 250 kg  $K_2O$ /ha de acuerdo a las analíticas de suelo realizadas. Las siembras se efectuaron a finales de mayo y las cosechas a finales de septiembre cuando el grano alcanzó un estado pastoso-vítreo. En este momento se muestrearon en dos líneas centrales una longitud de ocho metros. En campo, se pesó la producción en fresco y se tomó una muestra de 10 plantas de cada línea, que fueron procesadas de forma independiente. En el laboratorio se separó la mazorca de la parte verde (tallos, hojas y espigas) picando las dos fracciones por separado. De cada línea se

► EL MONOCULTIVO DE RAIGRÁS ITALIANO Y LA MEZCLA DE RAIGRÁS ITALIANO-TRÉBOL ENCARNADO FUERON POR TÉRMINO MEDIO LOS CULTIVOS DE OTOÑO-INVIERNO MÁS PRODUCTIVOS



tomó una submuestra de 300 g que fueron secadas en estufa de aire forzado durante 18 horas a 80 °C con el fin de calcular la producción de MS de mazorca, de parte verde y la total por suma de las fracciones de mazorca y parte verde. Posteriormente, las muestras eran molidas y analizadas para determinar el contenido en N vía húmeda mediante digestión micro Kjeldahl seguida de la determinación colorimétrica del ión amonio. Para convertir el N en proteína bruta se utilizó el factor de 6,25.

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante análisis de la varianza para un diseño de parcela dividida completamente aleatorio considerando la parcela principal el cultivo de invierno y la sub-parcela la fertilización en el maíz. Se utilizó el paquete estadístico SPSS (15.0) y para la separación de medias el test de Duncan utilizando un nivel de significación  $p < 0,05$ . ►►

Fertilizantes con futuro

**Fertiberia**  
**TECH**

# NERGETIC **DYNAMIC**



Nutrientes  
protegidos

**INTERGAL ESPAÑOLA, S.A.**

Torre Espacio - Pº de la Castellana 259 D, planta 47  
28046 MADRID  
**ESPAÑA**

APP: Fertiberia TECH



[www.fertiberiatech.com](http://www.fertiberiatech.com)



► SE PONE DE MANIFIESTO QUE LA PRODUCCIÓN DE PB POR HA ALCANZADA CON LA ROTACIÓN TÍPICA DE LAS EXPLOTACIONES GALLEGAS DE RAIGRÁS ITALIANO-MAÍZ PUEDE INCREMENTARSE CON LA SUSTITUCIÓN DEL RAIGRÁS POR EL CULTIVO DE TRÉBOL ENCARNADO Y LA MEZCLA TRITICALE-GUISANTE DURANTE EL OTOÑO-INVIerno

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

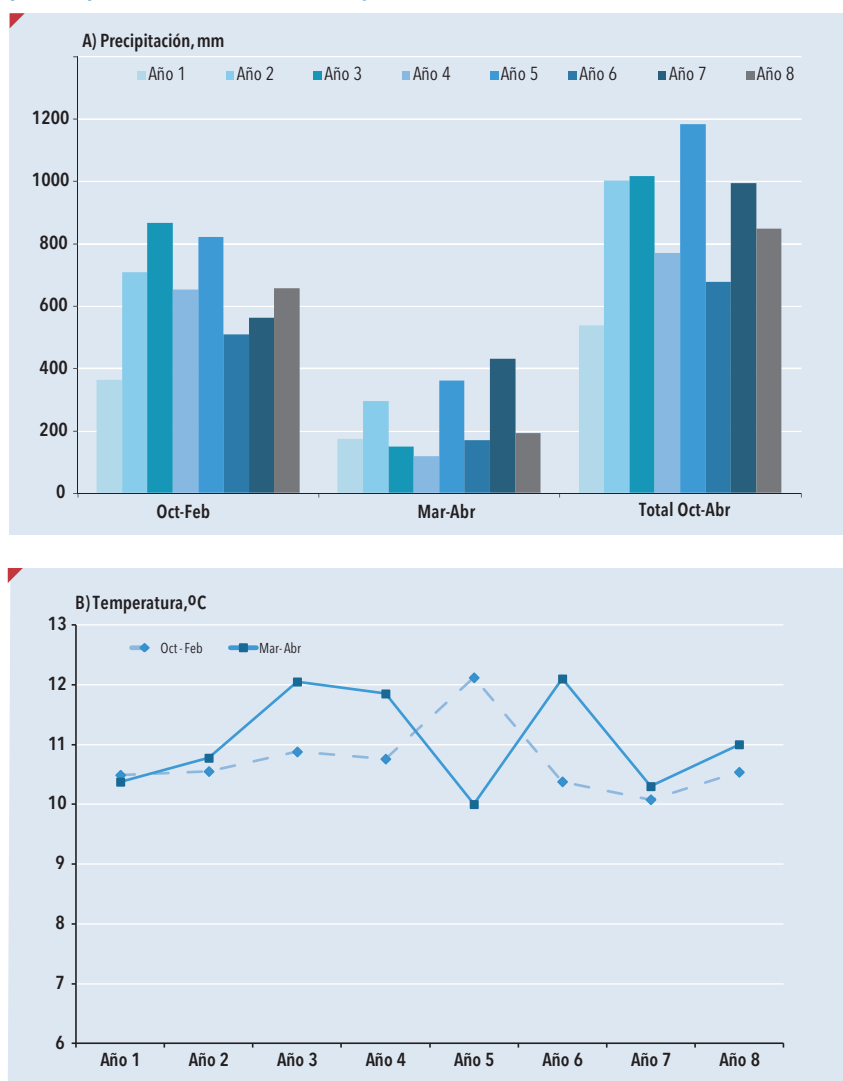
### Cultivos de invierno

Las producciones de MS para los diferentes cultivos de invierno se muestran en la figura 1. Se observa una gran variabilidad productiva entre los años estudiados, resultado en gran parte por las diferencias climatológicas durante los meses de crecimiento.

Las precipitaciones en el periodo de octubre a abril oscilaron entre 536 mm y 1182 mm, primer y quinto año respectivamente (figura 2A). En el periodo de octubre a febrero, las precipitaciones en los años 2, 3, 4, 5 y 8 fueron superiores a la media de los ocho años del experimento (642 mm); y en los últimos meses del crecimiento del cultivo, marzo y abril, los años 2, 5 y 7 superaron la media de los ocho años para este periodo (236 mm). La temperatura media mensual para el periodo completo de crecimiento, de octubre a abril, fue de 10,8 °C (figura 2B), la mínima se obtuvo en el séptimo año, y la máxima en el quinto año con 11,5 °C. Considerando los primeros meses de crecimiento: de octubre a febrero la media fue de 10,7 °C, y destacó el quinto año con el valor más elevado con 12,1 °C, hecho que favoreció la aparición de una infección de roya en la mezcla de triticale-guisante y que llevó a retirar el cultivo antes de efectuar la cosecha. En los últimos meses de crecimiento (marzo-abril), la media fue de 11,1 °C, y destacó el sexto año con 12,1 °C, lo que probablemente favoreció que fuera uno de los más productivos.

Excepto en tres años (3, 7 y 8; figura 1), el tipo de cultivo de invierno condi-

**Figura 2. A) Precipitación acumulada (mm) para los periodos de octubre a febrero, de marzo y abril y total de octubre a abril para cada año estudiado; B) Temperatura media mensual para los periodos de octubre a febrero y de marzo a abril en los años estudiados**



ción de forma significativa la producción de MS obtenida. Entre los dos monocultivos el RG fue el más productivo en cuatro de los ocho años estudiados mientras que el TE solo fue superior el segundo año. Considerando las mezclas, la de RG-TE superó a la de TR-GU en cuatro de los ocho años estudiados (años: 1, 2, 4 y 6). Se detectó que en la mezcla de TR-GU la presencia del guisante disminuyó drásticamente a partir del tercer año. Este efecto aparece descrito en la bibliografía y puede deberse a varias enfermedades (hongos) que afectan al guisante y que lleva a la recomendación agronómica de sembrar entre dos cultivos de guisante dos años intermedios de otros cultivos (McKay *et al.*, 2003), e incluso cuatro en otros trabajos.

Teniendo en cuenta los valores productivos medios de los ocho años (sin considerar el quinto año, cuando falló el cultivo de TR-GU), las producciones de RG en monocultivo fueron superiores numéricamente a las obtenidas con TE en monocultivo y, teniendo en cuenta las mezclas, la de RG-TE superior a la mezcla TR-GU; por término medio el TE y la mezcla TR-GU produjeron el 13 % menos que el RG en monocultivo y que la mezcla RG-TE respectivamente.

En lo que se refiere a la extracción de N por los cultivos de invierno (figura 3), excepto el primer año, el tipo de cubierta invernal afectó de forma significativa al N extraído. El monocultivo de TE en seis de los años estudiados extrajo mayor cantidad de N que el RG; en término medio el 72 % más que el RG (sin ►►

## CALIZA AGRÍCOLA CALIZA MAGNESIANA

El maíz y las praderas precisan de pH próximo a la neutralidad. Tanto la Caliza Agrícola como la Magnesiana que ofrece Calfensa ayudan a corregir la acidez de nuestros suelos, evitando la toxicidad del aluminio y favoreciendo la asimilación del fósforo. Así mismo, mejoran su estructura, aumentando la aireación y el drenaje.

La caliza de Calfensa proviene de calcita que, una vez molida, es de efecto más rápido que la proveniente de dolomita.

Gracias a la finura de la molienda con la que trabaja Calfensa, sus productos son altamente solubles. Rápida acción difícilmente superable por otras calizas menos molidas o granuladas.

A diferencia de la cal viva, la caliza de Calfensa no es agresiva, no produce quemaduras, lo que facilita su manipulación, siendo, del mismo modo, respetuosa con los microorganismos beneficiosos del suelo.

Dado que se trata de un producto extraído directamente de la tierra, no produce efectos negativos para el medio, siendo reconocido por el Consejo Regulador de la Agricultura Ecológica.

AENOR certifica los sistemas de Gestión de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud en el Trabajo de Calfensa.

### CALIZA AGRÍCOLA NUEVO SISTEMA DE EXTENDIDO CALIZA MAGNESIANA



# calfensa

la caliza de tu tierra®

## Nuevo producto granulado

### Corrección de pH y aporte de Magnesio



#### MODALIDADES DE SERVICIO



APLICADO SOBRE EL TERRENO



A GRANEL



SACO DE 25 KG



BIG BAG DE 1.000 KG

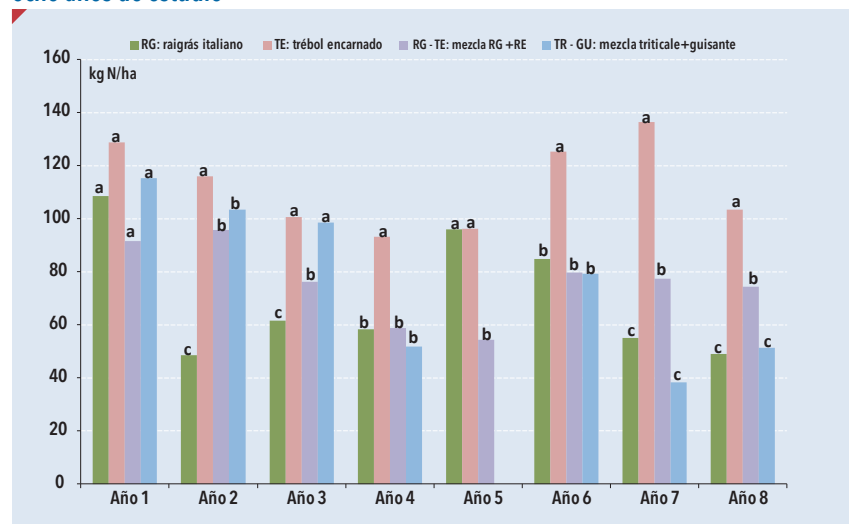
Ctra. Lugo - Sarria LU-546 km 2 · 27161 Santa Comba (LUGO)  
info@calfensa.com · www.calfensa.com

## 982 305 902



Certificación Intereco para:  
Caliza Agrícola y  
Caliza Magnesiana



**Figura 3. Extracción de N (kg N/ha) para los diferentes cultivos de invierno en los ocho años de estudio**

Cultivo de invierno: RG: raigrás italiano, TE: trébol encarnado, RG-TE: mezcla RG+TE, TR-GU: mezcla triticale+guisante. Para cada año valores con letras diferentes son significativamente diferentes a  $p < 0,05$  utilizando el test de Duncan

considerar el quinto año). Si se tienen en cuenta las mezclas, la de TR-GU incrementó la extracción de N en un 23,6 % respecto al RG en los cinco primeros años del experimento, pero se observó una disminución de este efecto, al 15 %, considerando los últimos años debido a una menor presencia del guisante en la mezcla, efecto claramente observado a partir del cuarto año.

En el caso de la mezcla RG-TE generalmente la extracción de N fue similar o superior a la obtenida con el monocultivo de RG (figura 3), considerando el valor medio de todo el estudio se puede decir que el hecho de incorporar el trébol junto al raigrás se obtiene un incremento en la extracción de N de un 19 %.

### Cultivo de maíz

Al llevar a cabo el análisis estadístico de todos los años en conjunto se encontraron interacciones dobles significativas entre los factores: tipo de cultivo de invierno, fertilización aplicada al maíz y año de estudio para la producción de MS/ha y la extracción de N/ha, lo que indica resultados diferentes dependiendo del año y por lo tanto en las tablas 1 y 2 se presentan los valores obtenidos para cada uno de ellos de forma individual.

El trabajo pone de manifiesto la alta capacidad productiva de la rotación maíz-cultivo de invierno. Los valores medios de los cinco años oscilaron entre 5,7 y 9,7 t MS/ha para los tratamientos no fertilizados, y entre 10,5 y 12,6 t MS/ha cuando se

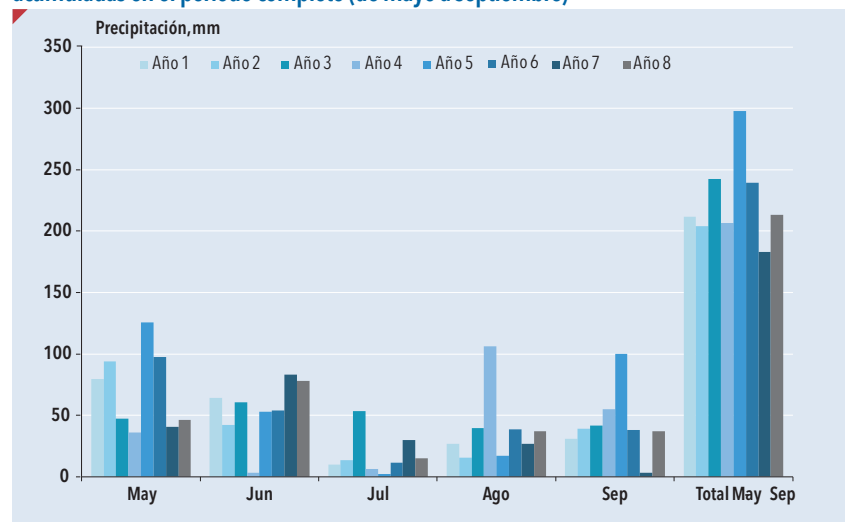
aplicaron 160 kg N/ha. Todos los años la respuesta fue positiva y significativa al aporte de N con un incremento medio de 4,1 tMS/ha, lo que supone un aumento de producción del 54 % respecto al no aplicar fertilizante, respuesta superior a otros trabajos realizados en la cornisa cantábrica y aportes de N mineral similares (Báez, 1999). Las producciones más bajas se obtuvieron en los años 4, 5 y 8, muy relacionadas con escasas precipitaciones en los meses de julio (6,4 y 2 L/m<sup>2</sup> en 2015 y 2016 respectivamente, figura 4) o temperaturas bastante bajas para el desarrollo del cultivo en los primeros meses de crecimiento (verano 2019). Los valores productivos más altos se encontraron

en el tercer año, cuando las precipitaciones (242 mm de mayo a septiembre) no responden al valor máximo obtenido en los ocho años (298 mm), pero se produjeron de una forma muy distribuida en todos los meses desde mayo a septiembre (figura 4).

En el tercer y séptimo año la interacción entre los factores cultivo de invierno y fertilización al maíz fue significativa, lo que nos indica una separación de medias productivas diferente dependiendo del tratamiento de fertilización en el maíz (tabla 1).

Excepto en el último año, el cultivo de invierno precedente influyó de forma significativa en los rendimientos de MS (tabla 1). La mayor producción se observó tras el monocultivo de TE y la mezcla de TR-GU con un incremento medio, respecto al monocultivo de RG del 59 %, cuando el maíz no recibía N, y del 17 % cuando recibía los 160 kg N/ha. La mezcla RG-TE apenas incrementó la producción de maíz que se obtiene tras un cultivo de RG.

Resultados similares a los obtenidos en producción se observaron en la extracción de N (tabla 2). Considerando el tratamiento de maíz que ➤

**Figura 4. Precipitaciones acumuladas (mm) durante los meses de crecimiento del maíz y acumuladas en el periodo completo (de mayo a septiembre)**



## BIORADIS SOLEX

Biofertilizante a base de micorrizas arbusculares y bacterias PGP

# Mejora tus rendimientos y la calidad del silo de maíz



Tabla 1. Producción de materia seca (kg MS/ha) en el maíz desde 2012 hasta 2019 y valores medios

| Cul Inv <sup>1</sup> | Fert              | Producciones, kg MS/ha |              |              |             |             |              |              |             |              |
|----------------------|-------------------|------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Precedente           | Maíz <sup>2</sup> | Año 1                  | Año 2        | Año 3        | Año 4       | Año 5       | Año 6        | Año 7        | Año 8       | Media 8 años |
| RG                   | 0                 | 6971                   | 6226         | 7511b        | 4728        | 4638        | 5020b        | 6104bc       | 4553        | 5719         |
| TE                   | 0                 | 12090                  | 8361         | 11442a       | 8982        | 7898        | 11669a       | 10189a       | 6708        | 9667         |
| RG-TE                | 0                 | 6772                   | 7150         | 6947b        | 4839        | 4303        | 7439b        | 5374c        | 5117        | 5993         |
| TR-GU                | 0                 | 10954                  | 8728         | 12002a       | 8146        | 7299        | 7095b        | 8226ab       | 5562        | 8501         |
|                      | <b>Media</b>      | <b>9197</b>            | <b>7616</b>  | <b>9476</b>  | <b>6674</b> | <b>6035</b> | <b>7806</b>  | <b>7473</b>  | <b>5485</b> | <b>7470</b>  |
| RG                   | 160               | 10397                  | 9886         | 16400a       | 7306        | 6060        | 13173a       | 13193ab      | 7948        | 10545        |
| TE                   | 160               | 13516                  | 12068        | 16599a       | 10929       | 9357        | 14445a       | 11977b       | 7777        | 12084        |
| RG-TE                | 160               | 11270                  | 11504        | 16164a       | 8175        | 6254        | 13411a       | 11575b       | 8471        | 10853        |
| TR-GU                | 160               | 13582                  | 12599        | 18440a       | 10507       | 8654        | 14345a       | 14707a       | 8291        | 12641        |
|                      | <b>Media</b>      | <b>12191</b>           | <b>11514</b> | <b>16901</b> | <b>9229</b> | <b>7581</b> | <b>13844</b> | <b>12863</b> | <b>8122</b> | <b>11531</b> |
| RG                   | <b>Media</b>      | 8684b                  | 8056c        | 11956        | 6017b       | 5349b       | 9097         | 9649         | 6250        | 8132         |
| TE                   | <b>Media</b>      | 12803a                 | 10215ab      | 14021        | 9956a       | 8628a       | 13057        | 11083        | 7242        | 10875        |
| RG-TE                | <b>Media</b>      | 9021b                  | 9327b        | 11556        | 6507b       | 5279b       | 10425        | 8474         | 6794        | 8423         |
| TR-GU                | <b>Media</b>      | 12268a                 | 10664a       | 15221        | 9327a       | 7977a       | 10720        | 11466        | 6927        | 10571        |
|                      | <b>Media</b>      | <b>10694</b>           | <b>9565</b>  | <b>13188</b> | <b>7952</b> | <b>6808</b> | <b>10825</b> | <b>10168</b> | <b>6803</b> | <b>9500</b>  |
| <b>Significación</b> |                   |                        |              |              |             |             |              |              |             |              |
| CI                   |                   | *                      | *            | *            | **          | **          | *            | *            | ns          |              |
| FM                   |                   | ***                    | ***          | ***          | ***         | ***         | ***          | ***          | ***         |              |
| CI*FM                |                   | ns                     | ns           | *            | ns          | ns          | 0,06         | ***          | ns          |              |

<sup>1</sup>Cul Inv: RG: raigrás italiano, TE: trébol encarnado, RG-TE: mezcla RG+TE, TR-GU: mezcla triticale+guisante<sup>2</sup>Fertilizante maíz: Nitrato Amónico Cálcico 27%. 3Sig.: \*\*\* (p<0,001); \*\* (p<0,01); \* (p<0,05); ns, no sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a p<0,05 test de Duncan

Tabla 2. Extracción de N (kg N/ha) en el maíz desde 2012 hasta 2019 y valores medios

| Cul Inv <sup>1</sup> | Fert              | Extracción de N, kg N/ha |             |              |             |             |             |             |             |              |
|----------------------|-------------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Precedente           | Maíz <sup>2</sup> | Año 1                    | Año 2       | Año 3        | Año 4       | Año 5       | Año 6       | Año 7       | Año 8       | Media 8 años |
| RG                   | 0                 | 37,3c                    | 36,0        | 37,9         | 29,8        | 26,9        | 26,7        | 27,0c       | 34,6        | 32,0         |
| TE                   | 0                 | 76,4a                    | 46,1        | 67,7         | 55,2        | 40,1        | 68,0        | 53,7a       | 58,0        | 58,2         |
| RG-TE                | 0                 | 35,9c                    | 38,1        | 36,8         | 29,2        | 22,6        | 41,2        | 23,2c       | 38,2        | 33,1         |
| TR-GU                | 0                 | 58,3b                    | 50,3        | 63,1         | 49,0        | 38,1        | 35,3        | 39,4b       | 40,5        | 46,7         |
|                      | <b>Media</b>      | <b>52,0</b>              | <b>42,6</b> | <b>51,4</b>  | <b>40,8</b> | <b>31,9</b> | <b>42,8</b> | <b>35,8</b> | <b>42,8</b> | <b>42,5</b>  |
| RG                   | 160               | 80,0ab                   | 63,8        | 124,8        | 68,7        | 37,0        | 81,5        | 76,9bc      | 82,5        | 76,9         |
| TE                   | 160               | 93,7a                    | 83,4        | 140,9        | 97,2        | 53,2        | 115,8       | 91,5ab      | 80,7        | 94,6         |
| RG-TE                | 160               | 76,7b                    | 70,9        | 127,3        | 75,2        | 36,9        | 87,0        | 66,3c       | 88,4        | 78,6         |
| TR-GU                | 160               | 91,9ab                   | 80,2        | 159,2        | 93,4        | 49,4        | 91,5        | 98,3a       | 83,1        | 93,4         |
|                      | <b>Media</b>      | <b>85,6</b>              | <b>74,6</b> | <b>138,1</b> | <b>83,6</b> | <b>44,1</b> | <b>93,9</b> | <b>83,3</b> | <b>83,7</b> | <b>85,9</b>  |
| RG                   | <b>Media</b>      | 58,6                     | 49,9        | 81,4b        | 49,2b       | 31,9b       | 54,1b       | 51,9        | 58,6        | 54,46        |
| TE                   | <b>Media</b>      | 85,1                     | 64,8        | 104,3a       | 76,2a       | 46,7a       | 91,9a       | 72,6        | 69,4        | 76,37        |
| RG-TE                | <b>Media</b>      | 56,3                     | 54,5        | 82,0b        | 52,2b       | 29,7b       | 64,1b       | 44,8        | 63,3        | 55,86        |
| TR-GU                | <b>Media</b>      | 75,1                     | 65,2        | 111,2a       | 71,2a       | 43,7a       | 63,4b       | 68,9        | 61,8        | 70,06        |
|                      | <b>Media</b>      | <b>68,8</b>              | <b>58,6</b> | <b>94,7</b>  | <b>62,2</b> | <b>38,0</b> | <b>68,4</b> | <b>59,5</b> | <b>63,3</b> | <b>64,18</b> |
| <b>Significación</b> |                   |                          |             |              |             |             |             |             |             |              |
| CI                   |                   | **                       | ns          | *            | **          | *           | **          | **          | ns          |              |
| FM                   |                   | ***                      | ***         | ***          | ***         | ***         | ***         | ***         | ***         |              |
| CI*FM                |                   | *                        | ns          | ns           | ns          | ns          | ns          | **          | ns          |              |

<sup>1</sup>Cul Inv: RG: raigrás italiano, TE: trébol encarnado, RG-TE: mezcla RG+TE, TR-GU: mezcla triticale+guisante<sup>2</sup>Fertilizante maíz: Nitrato Amónico Cálcico 27 %. 3Sig.: \*\*\* (p<0,001); \*\* (p<0,01); \* (p<0,05); ns, no sig. Para cada parámetro valores seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes a p<0,05 test de Duncan

¡NOVEDAD!



# FERTIMÓN PRO

FÓRMULAS DISPONIBLES NPK

46-0-0 | 33-0-0  
24-6-12 | 20-8-8



Con tecnología **SLOW**

Se estima que en la aplicación de un fertilizante nitrogenado se puede llegar a perder hasta un 50% del nitrógeno.

De ahí nace la necesidad de crear una tecnología que nos permita un **suministro racional del nitrógeno contenido en los fertilizantes**. Bienvenidos a la era de FERTIMÓN PRO, con tecnología SLOW.

Absorción de nitrógeno casi nula

Otros fertilizantes aportan todo el nitrógeno cuando la planta aún no está preparada.



Fertimón PRO actúa en la fase más importante, cuando el cultivo permite una gran absorción de nitrógeno, fósforo y potasio



Menor absorción de nitrógeno



## PRINCIPALES VENTAJAS



### BENEFICIOSO PARA AGRICULTORES Y GANADEROS

Sus características únicas ofrecen numerosos beneficios a los agricultores y ganaderos y a la sociedad en su conjunto: más productividad, sostenibilidad medioambiental e innovación.



### ADAPTADO A LAS NUEVAS REGLAMENTACIONES

Cumple con las nuevas normas medioambientales para la nutrición sostenible de los suelos agrarios.



### VANGUARDIA DE INVESTIGACIÓN

Desarrollado con las últimas tecnologías de fabricación con una clara apuesta por la I+D.



GRUPO  
**SOAGA**

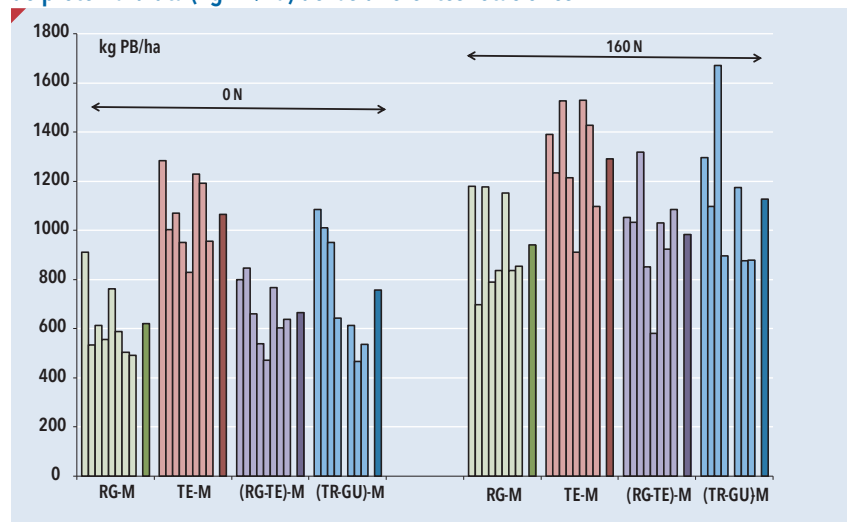
Tf. 986 51 60 30 | [www.soaga.com](http://www.soaga.com)



### CON TECNOLOGÍA SLOW

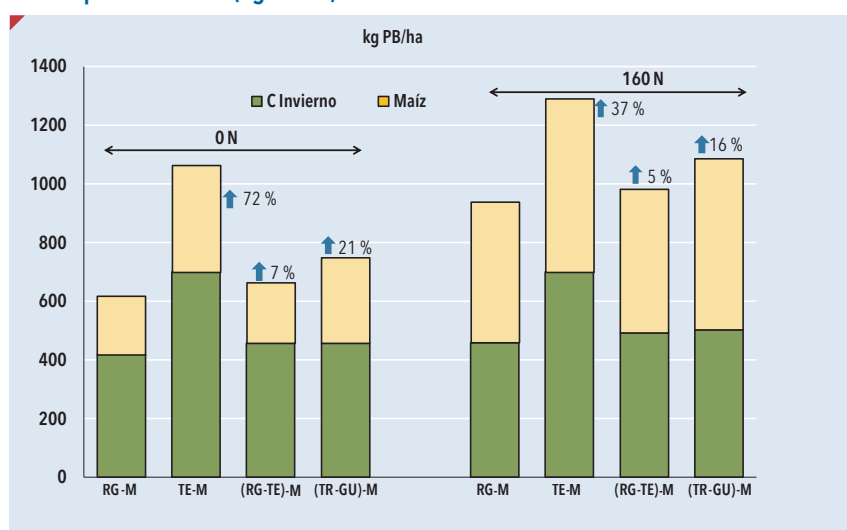
Suministro racional de los nutrientes en la fase de crecimiento de los cultivos para obtener el máximo rendimiento.

**Figura 5. Valores anuales obtenidos en ocho años de experimento para la producción de proteína bruta (kg PB/ha) de las diferentes rotaciones**



Barras en color más oscuro representan el valor medio para cada rotación. Cultivos de invierno: RG: raigrás italiano, TE: trébol encarnado, RG-TE: mezcla RG+TE, TR-GU: mezcla triticale+guisante; M: cultivo de verano maíz

**Figura 6. Valores medios obtenidos en los ocho años de experimento para la producción de proteína bruta (kg PB/ha) de las diferentes rotaciones**



Las flechas acompañan los incrementos de producción en cada rotación respecto a la rotación típica RG-M. Cultivos de Invierno: RG: raigrás italiano, TE: trébol encarnado, RG-TE: mezcla RG+TE, TR-GU: mezcla triticale+guisante; M: cultivo de verano maíz

sigue al cultivo de RG como referencia, en los tratamientos no fertilizados los efectos fueron más visibles y el TE incrementó de forma significativa la extracción de N en un 82 % mientras que la mezcla TR-GU en un 46 %. En los fertilizados los efectos fueron también positivos, pero disminuyeron a un 23 y 21 % respectivamente.

En la figura 5 se muestran los valores anuales de producción de proteína bruta (kg PB/ha) considerando la rotación al completo (cultivo de invierno+maíz) distinguiendo entre tratamientos de maíz no fertilizado y fertilizado con 160 kg N/ha. La figura

6 refleja los valores medios obtenidos para los ocho años de experimento. Se observa cómo los efectos del cultivo de invierno se atenúan con el aporte de fertilizante nitrogenado, pero sigue siendo muy elevado el efecto del trébol encarnado en monocultivo dentro de la rotación. Cabe destacar que un cultivo de maíz no fertilizado en rotación con trébol encarnado lleva a una producción de kg PB/ha numéricamente similar a un cultivo de maíz fertilizado con 160 kg N/ha en rotación con el raigrás italiano (figura 6). En lo que respecta a las mezclas, el incremento de producción de proteína en la rotación

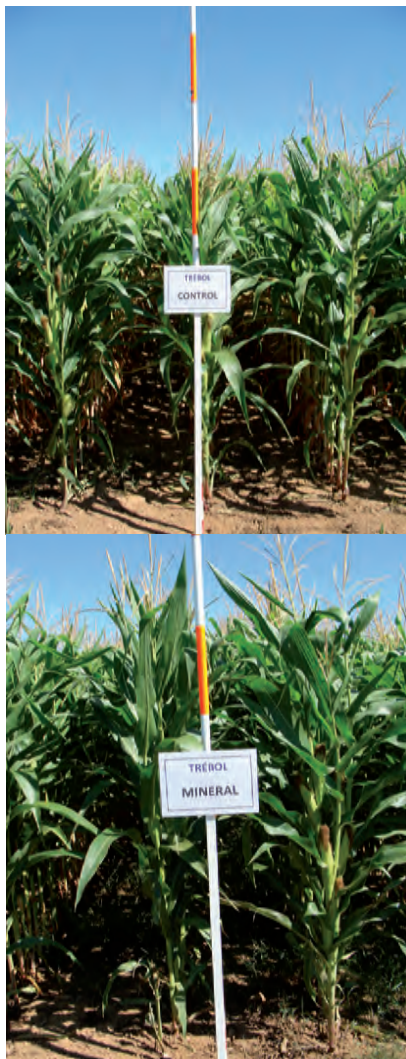
▶ LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA MEZCLA RAIGRÁS-TRÉBOL ENCARNADO FUERON MÁS VARIABLES ENTRE LOS AÑOS DE ESTUDIO; NO OBSTANTE, SE PUEDE APRECIAR UN LIGERO INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN TOTAL DE PROTEÍNA RESPECTO A LA ROTACIÓN TÍPICA DE RAIGRÁS-MAÍZ

con TR-GU respecto al RG es mayor que en la rotación con RG-TE, pero este efecto que se observa claramente en los tres primeros años, va disminuyendo o desapareciendo a partir del cuarto año. Con la mezcla de RG-TE la variabilidad entre años es considerable (figura 5), pero en término medio el resultado respecto al RG en monocultivo fue positivo y del 6 % (figura 6).

## CONCLUSIONES

En un experimento de larga duración (ocho años) se han estudiado cuatro rotaciones intensivas basadas en maíz como cultivo de verano y varios cultivos de invierno: monocultivos de raigrás italiano y de trébol encarnado, la mezcla de estas dos especies y la mezcla de triticale-guisante forrajero analizando desde el punto de vista productivo y de extracción de nitrógeno los cultivos independientes y la capacidad de producción de proteína bruta en las diferentes rotaciones.

El monocultivo de raigrás italiano y la mezcla de raigrás italiano-trébol encarnado fueron por término medio los cultivos de otoño-invierno más productivos. Si se tiene en cuenta que la producción de la mezcla se consigue con un solo corte, sin aporte de fertilizantes nitrogenados durante el cultivo, y la del raigrás implica efectuar en la mayoría de los años dos cortes y un aporte extra de 60 kg N/ha, se puede concluir que la mezcla raigrás-trébol encarnado es ventajosa respecto al monocultivo de raigrás por el ahorro de fertilizantes y costes de mecanización. Desde el punto de vista de extracción de nitrógeno el monocultivo de leguminosa de trébol encarnado destacó positivamente sobre el resto de los cultivos de invierno.



En el trabajo se pone de manifiesto cómo la producción de proteína bruta por hectárea alcanzada con la rotación más típica de las explotaciones gallegas, de raigrás italiano-maíz, puede incrementarse con la sustitución del raigrás por el cultivo de trébol encarnado y la mezcla triticale-guisante durante el otoño-invierno; sin embargo, hay que reseñar que mientras el trébol mantiene o incluso aumenta este efecto con el paso del tiempo, con la mezcla queda limitado a los tres primeros años, y a partir de este momento disminuye o es nulo debido a la escasa presencia de guisante cuando se cultiva año tras año en el mismo lugar. Por tanto, no se recomienda implantar esta rotación más de tres años consecutivos en las mismas parcelas.

Cabe destacar que el cultivo de trébol encarnado en rotación con el maíz permite prescindir de un abonado nitrogenado de 160 kg N/ha aplicado al maíz que sigue a un cultivo de raigrás manteniendo la producción de proteína de la rotación.

Aunque los resultados interanuales fueron variables, la rotación con la mezcla RG-TE también condujo a un ligero incremento medio en la producción de proteína total de la rotación; este hecho implica un beneficio adicional al ahorro de abonado nitrogenado durante el cultivo de invierno anteriormente comentado.

#### AGRADECIMIENTOS

Trabajo parcialmente financiado por la Xunta de Galicia (proyecto 10MRU-503001PR), acciones de transferencia tecnológica (Consellería del Medio Rural): 2015/96, 2016/119, 2017/197, 2018/173, 2019/160, 2020/107 y proyecto RTA2015-00058-C06-01: financiación INIA-Ministerio de Economía, Industria y Competitividad cofinanciada con fondos Feder. ■

#### BIBLIOGRAFÍA

Báez Bernal M.D. (1999). Evaluación de las pérdidas y transformaciones de nitrógeno en un sistema forrajero intensivo. Tesis doctoral, 282 pp. Universidad del País Vasco. Bilbao, España.

Baizán González S. 2019. Diversificación de cultivos forrajeros para la alimentación del vacuno lechero en la Cornisa Cantábrica. Tesis doctoral, 217 pp. Universidad de Oviedo, Oviedo, España.

Botana A., Valladares J., Pereira-Crespo S., Díaz N., Resch C., Fernández-Lorenzo B., Dagnac T., Veiga M. y Flores-Calvete G. (2016) Las mezclas de leguminosas anuales pueden mejorar la productividad de la rotación raigrás italiano-maíz forrajero. En: Báez *et al.* (eds) *Innovación Sostenible en Pastos: Hacia una Agricultura de Respuesta al Cambio Climático*, pp. 81-86. Lugo-A Coruña, España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

Botana-Fernández A., Pereira-Crespo S., Lorenzana-Fernández R., Veiga-López M., Resch-Zafra C., González-González L., Castro-Insua J., Dagnac T., Valladares-Alonso J., Flores-Calvete G., 2018. Estructura e Sistemas de Alimentación en Explotaciones Leiteiras de Galicia. CIAM-LIGAL.

Fernández-Lorenzo B., Flores G., Botana A., Resch C., Dagnac T., Veiga M., Pereira S. y Lorenzana R. (2016) Estructura productiva e sistemas de alimentación das explotacións leiteiras de Galicia. *Afriga*, 124, 98-113.

Flores G., Díaz N., Valladares J., Fernández B., González A., Bande M.J., Pereira S., Resch C., Rodríguez X., y Piñeiro J. (2011) Leguminosas anuales en asociación con raigrás italiano como cultivo invernal nas rotacións forraxeiras intensivas. *Afriga*, 94, 86-98.

Flores-Calvete, G., Martínez-Fernández, A., Doltra J., García A., Eguinoa P. 2017. Estructura y sistemas de alimentación de las explotaciones lecheras de Galicia, Cornisa Cantábrica y Navarra. Informe del proyecto INIA-RTA2012-00065-C05. <http://ciam.gal/pdf/informeinia.pdf>

González M.A., Vicente F., de la Roza-Delgado B., Soldado A., Modroño S., González C., Jaimez A.S. y Martínez-Fernández A. (2014) Evaluación de nuevos cultivos invernales como alternativa al raigrás italiano en rotaciones forrajeras adaptadas a zonas templado húmedas del norte de España. En: Busqué J. *et al.* (eds) *Pastos y PAC 2014-2020*, pp. 312-318. Potes (Cantabria), España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

McKay K., Schatz B., Endres G. 2003. Field pea production. A-1166 Revised. NDSU Extension Service. North Dakota State University, Fargo, North Dakota 58105.

# RAYADO Y PICADO de pasillos de establos

Marcos Villamide:  
**626 096 129**  
Sergio Villamide:  
**696 297 007**

