



Híbridos forraxeiros galegos ante o cambio climático

Este traballo céntrase no obxectivo 1 do Proxecto Go Maíz: obter, avaliar e seleccionar híbridos de millo forraxeiro desenvolvidos a partir de variedades locais galegas, con alto rendemento en forraxe verde e materia seca, calidade nutritiva e adaptación ao medio. Preséntanse os resultados preliminares de produción forraxeira con base no contido de materia seca.

Laura Campo¹, Pedro Revilla², Ana Butrón², Juan Valladares¹, Delia Labraña¹, Amanda Verde², Lorena Álvarez-Iglesias², Nadia Chibane², Verónica Codesido², Rosa Ana Malvar²

¹Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Axencia Galega de Calidade Alimentaria (Agacal)

²Misión Biolóxica de Galicia, CSIC

IMPORTANCIA DO MILLO FORRAXEIRO EN GALICIA

O millo forraxeiro é fundamental na alimentación do gando vacún, especialmente do vacún de leite. Nos últimos anos, o seu cultivo aumentou fronte a outras especies forraxeiras. A nivel estatal, o millo ocupa a terceira posición en produción total de forraxes (17,4 %), só por detrás das pradeiras (19,3 %)

e a alfalfa (30 %) (*Anuario de estadística* 2024).

Galicia concentra preto do 65 % do millo forraxeiro producido en España, impulsado pola elevada demanda de forraxe ensilada nas explotacións.

O cultivo do millo forraxeiro está a medrar por mor da súa ampla utilización como complemento nas dietas do gando, pero os híbridos de millo cultivados en Galicia foron obtidos en

ambientes moi distintos aos nosos e poden presentar problemas de adaptación. Ademais, os híbridos actualmente dispoñibles presentan unha diversidade xenética moi reducida, o que podería comprometer a súa resiliencia fronte ao estrés asociado ao cambio climático. Por iso, resulta estratéxico dispoñer de híbridos adaptados ás condicións edafoclimáticas da España húmida, capaces de tolerar escenarios que cada vez soportan temperaturas máis altas e menores precipitacións nas fases críticas do cultivo.

O PROXECTO GO MAÍZ

Este proxecto está financiado polas Axudas para a Execución de Proxectos dos Grupos Operativos da Asociación Europea da Innovación AEI (MR331B), Xunta de Galicia (FEADER 2024/046B). No marco do “Proxecto Go Maíz: millo para a alimentación humana e animal” coordinado pola Asociación de Desenvolvemento Rural Ódega, participan como membros beneficiarios o grupo de Xenética e Mellora de Millo da Misión Biolóxica de Galicia (MBG-CSIC) e, como enti-

► O GRUPO OPERATIVO TEN COMO OBXECTIVO IMPULSAR A TRANSFERENCIA DE COÑECEMENTO PARA MELLORAR A COMPETITIVIDADE DA AGRICULTURA E A GANDERÍA GALEGAS, CON ESPECIAL ATENCIÓN AO CULTIVO DE MILLO FORRAXEIRO E MILLO PARA FARIÑAS



dade subcontratada, o Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Agacal.

O grupo operativo ten como obxectivo impulsar a transferencia de coñecemento para mellorar a competitividade da agricultura e a gandería galegas, con especial atención ao cultivo de millo forraxeiro e millo para fariñas. Apóstase por cadeas curtas de comercialización e polo uso de variedades locais ou derivadas de xeromplasma autóctono, mellor adaptadas ao agrosistema galego.

A finalidade é identificar variedades produtivas, de calidade e resilientes na contorna onde se xera o produto final, reducindo así a dependencia de insumos externos.

OBXECTIVO DO PROXECTO

Dentro deste GO, a MBG-CSIC e o CIAM-Agacal están a levar a cabo unha serie de ensaios que nos permitan avaliar híbridos que se desenvolveron a partir de variedades autóctonas galegas que deberían estar máis adaptados ao agrosistema ga-

lego e que poidan ser utilizados no resto da España húmida.

O obxectivo último do proxecto é desenvolver híbridos que sexan máis produtivos, de maior calidade e resilientes no propio ambiente onde contribuír a mellorar a competitividade e a aumentar a viabilidade ►►

Cursos confirmados EILZA 2026



Formación On Line

- Aseguramiento de la calidad en la industria láctea. Parte 1
40 horas – 📅 Inicio 26 Enero
- Aseguramiento de la calidad en la industria láctea. Parte 2
40 horas – 📅 Inicio 27 Abril
- Metrología y calibración de equipos en la industria láctea
8 horas – 📅 Inicio 12 Enero

Certificados de Profesionalidad

- Certificado de Profesionalidad en Quesería
🏠 Presencial – ⌚ 420 horas + 40 horas prácticas – 📅 Inicio Finales Febrero
- Certificado de Profesionalidad en Elaboración de leches de consumo y pdtos. lácteos
🏠 Presencial – ⌚ 590 horas + 40 horas prácticas – 📅 Inicio Finales Febrero

Programa completo de Maestro Quesero

- 🏠 Mixto – ⌚ 97 horas + 40 horas prácticas – 📅 Inicio 27 septiembre

Estate atento a nuestra web: www.eilza.es para más formaciones.

ESCUELA
INTERNACIONAL DE
INDUSTRIAS LÁCTEAS

das explotacións, xa que terán unha menor dependencia de insumos externos.

REDE DE ENSAIOS

Avaliáronse 16 híbridos forraxeiros en dúas localidades:

- Salcedo, Pontevedra (finca de MBG-CSIC) <https://maps.app.goo.gl/Xa9vjsuph4MoeJST8>
- Mabegondo, Abegondo, A Coruña (finca de CIAM-Agacal) <https://maps.app.goo.gl/1fZ5AS4AFh7ePacG8>

Estas localidades presentan diferenzas notables en integral térmica:

- Mabegondo: menor integral térmica.
- Pontevedra: clima máis cálido e temperado, con regas de apoio cando cómpre.

En cada localidade realizáronse tres datas de sementeira (precoz, media e serodia), cubrindo o período desde finais de abril ata principios de xuño. As datas de sementeira, recolección e rega recóllense na táboa 1.

En Mabegondo, as chuvias de primavera atrasaron as sementeiras ata maio e as baixas temperaturas demoraron a nacemento. Non se aplicaron regas durante o ciclo do cultivo.

O rendemento medio dos ensaios foi maior en Mabegondo que en Pontevedra (gráfico 1), excepto na sementeira tardía. Nesta localidade, a sementeira precoz foi a máis produtiva, xa que permitiu que o cultivo completase a floración antes do período de seca estival. En cambio, o rendemento diminuíu progresivamente nas sementeiras media e tardía, que coincidiron en maior medida co estrés hídrico do verán.

En Pontevedra a tendencia foi oposta: a sementeira tardía foi a máis produtiva. Este resultado explícase porque o citado ensaio se regou demanda e, ademais, a súa floración evitou a seca extrema de xuño e xullo, un período durante o cal os outros ensaios, especialmente o precoz, víronse fortemente afectados (gráfico 1).

En Pontevedra, o ensaio precoz sufriu unha seca excepcional e non puido regarse; os outros ensaios si recibiron regas adicionais. Entre o 14 de xuño e o 19 de xullo precipitaron unicamente 0,8 mm en Pontevedra, coincidindo coa floración do ensaio de sementeira precoz, polo que os danos foron moi severos.

Na produción do millo a seca intermitente durante unha ou máis etapas de crecemento das plantas,

Táboa 1. Datas de sementeira e colleita do millo nos dous ambientes e dispoñibilidade de rega

Ensaio	Data de sementeira (Pontevedra)	Data de sementeira (Mabegondo)	Data de colleita (Pontevedra)	Data de colleita (Mabegondo)	Rega (Pontevedra)	Rega (Mabegondo)
Precoz	28/04/2025	06/05/2025	18/08/2025	17/09/2025	Non	Non
Media	08/05/2025	22/05/2025	27/08/2025	25/09/2025	Si	Non
Tardía	20/05/2025	03/06/2025	09/09/2025	03/10/2025	Si	Non

Gráfico 2. Temperaturas máximas, mínimas e medias e precipitacións das estacións meteorolóxicas máis próximas ao lugar dos ensaios

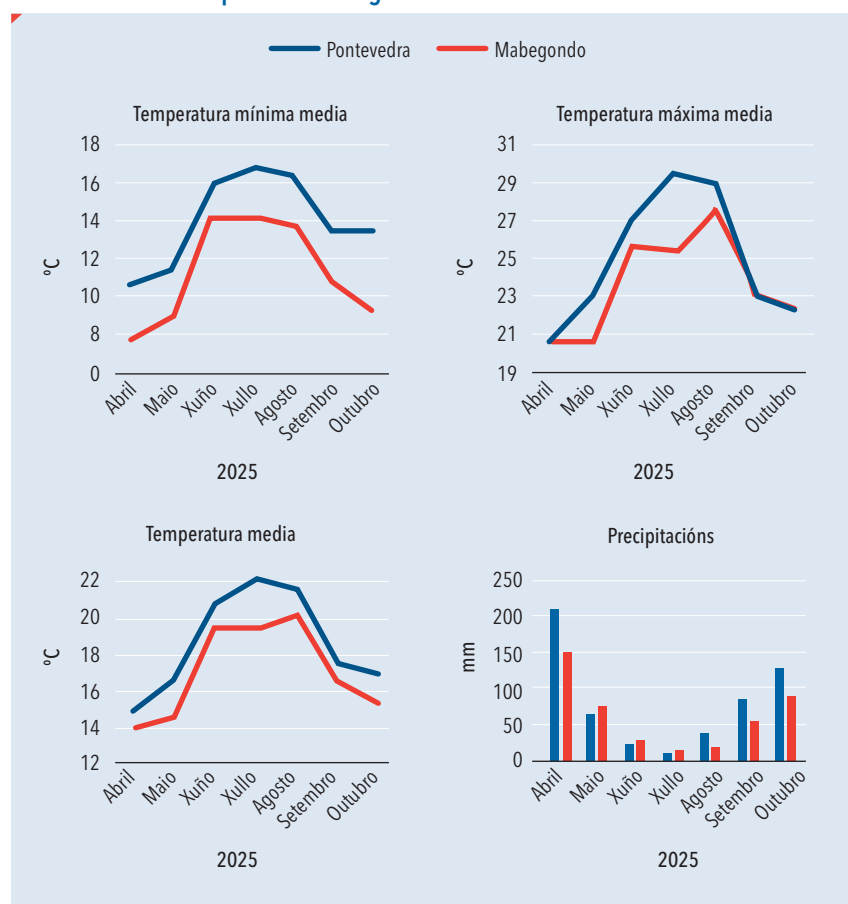
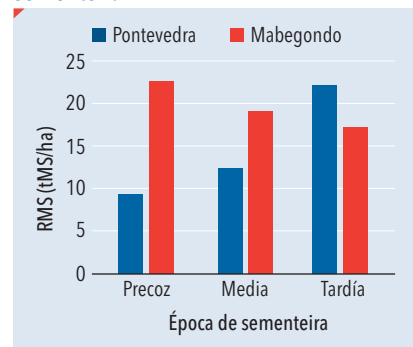


Gráfico 1. Valores medios do rendemento de materia seca (RMS) en tres épocas de sementeira



especialmente durante a fase máis sensible de floración e enchido de gran (Menkir e Akintunde, 2001; Oyekunle e colaboradores, 2015), limita o crecemento do cultivo e o rendemento final e pode chegar a diminuír os rendementos de gran ata nun 17 % e reducir o rendemento promedio en máis do 90 % cando o estrés severo coincide coas etapas de floración e enchido de gran (NeSmith e Ritchie, 1992).

As temperaturas medias, máximas e mínimas foron máis altas en Pontevedra, con máximas en xullo máis de 4 °C superiores respecto a Mabegondo (gráfico 2). Como consecuencia, o ciclo medio do cultivo foi 16 días

máis curto en Pontevedra, o que podería explicar o maior rendemento da sementeira media en Mabegondo. ▶▶

GALICAL

CALES E CARBONATOS AGRÍCOLAS

CARBONATO CÁLCICO

- Camas hixiénicas
- Eficaz na **redución de mamites ambientais e dermatites**

HIDRÓXIDO CÁLCICO

- Secante de **alta absorción**

MESTURA CON SERRADURAS E CASCA

- Comodidade e **hixiene**

UN DESCANSIÑO
CAMAS DE VACÚN

Transporte a calquera punto de España e Portugal

AGORA CON
DESINFECTANTE



GALICAL CALES E CARBONATOS AGRÍCOLAS SL

📍 R/ Gallastegui Unamuno. Vial G - N.º 7, Polígono Industrial As Gándaras, 27003 Lugo

☎ 982 221 484

✉ info@galical.es



www.galical.es

► EN CONXUNTO, IDENTIFICÁRONSE HÍBRIDOS MOI PROMETEDORES TANTO ENTRE OS DERIVADOS EXCLUSIVAMENTE DE XERMOPLASMA GALEGO COMA ENTRE AQUELES CON INTROGRESIÓN DE XERMOPLASMA AMERICANO



Gráfico 3. Valores medios do rendemento de materia seca (RMS en tMS/ha) dos híbridos avaliados en Pontevedra (A), Mabegondo (B) e na análise combinada de ambas as localidades, Pontevedra-Mabegondo (C)

Híbridos avaliados

Avaliáronse catorce híbridos experimentais:

1. Híbridos desenvolvidos a partir de xermoplasma galego

Híbridos obtidos do cruzamento da liña dentada EC232 coas liñas puras lisas: EC18, EC49A, EC244, EC237, EC23A, EC35G e EC50. Todas as liñas puras lisas desenvolvéronse a partir da variedade local Aranga. EC232 é unha liña pura dentada desenvolvida a partir da variedade local Carnota.

2. Híbridos con introgresión de material americano

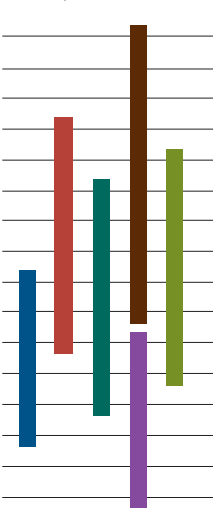
Híbridos obtidos do cruzamento da liña dentada EC621A coas liñas puras lisas EC532A, EC538, EC547, EC529, EC510B, EC513 e EC521. As liñas puras lisas proveñen de liñas galegas con introgresión da liña americana elite Mo17 (Campo e Moreno-González, 2015). A liña dentada EC621A procede dunha liña pura galega con introgresión de material americano achegado pola liña pura B73. Tanto Mo17 como B73 foron amplamente utilizadas a nivel mundial para o desenvolvemento de híbridos de millo de ciclo FAO medio e tardío (Stojakovic e colaboradores, 2007).

3. Híbridos testemuñas

Ademais, incluíronse dous híbridos comerciais testemuña que foron seleccionados polos seus altos índices produtivos e polos seus altos rendementos forraxeiros, superiores ás 25 tMS/ha alcanzados nos ensaios de Valor Agronómico das Variedades Comerciais de Millo Forraxeiro de Galicia (actualización 2025), publicados anualmente pola Xunta de Galicia.

Híbrido	RMS
EC510BxEC621A	17,14
EC50 xEC232	16,87
EC532AxEC621A	16,50
EC529xEC621A	16,24
EC547xEC621A	15,78
EC538xEC621A	15,63
EC237xEC232	15,23
EC521xEC621A	14,92
EC513xEC621A	14,85
EC49AxEC232	14,83
EC23AxEC232	13,70
EC35GxEC232	13,50
TESTIGO 300	13,12
EC244xEC232	12,29
TESTIGO 400	12,07
EC18xEC232	11,69

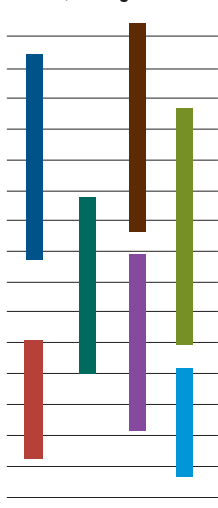
A) Pontevedra



Valores medios do rendemento de materia seca (RMS) dos híbridos avaliados en Pontevedra

Híbrido	RMS
EC538xEC621A	22,35
EC532AxEC621A	21,85
EC50 xEC232	21,62
TESTIGO 300	21,26
EC547xEC621A	21,23
EC237xEC232	21,08
EC513xEC621A	20,98
EC529xEC621A	20,15
EC521xEC621A	19,50
EC49AxEC232	19,26
TESTIGO 400	19,18
EC510BxEC621A	18,89
EC18xEC232	17,52
EC35GxEC232	17,50
EC23AxEC232	16,99
EC244xEC232	15,56

B) Mabegondo



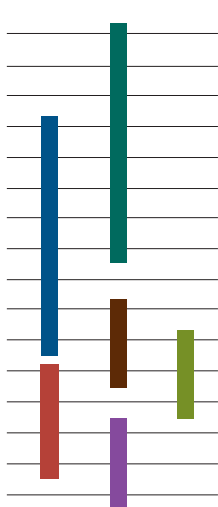
Valores medios do rendemento de materia seca (RMS) dos híbridos avaliados en Mabegondo

Na localidade de Pontevedra, 10 dos híbridos galegos obtiveron producións significativamente superiores á media das testemuñas, o que representa o 71,4 % do total avaliado (gráfico 3.A). Destacaron en especial os híbridos que inclúen as liñas puras EC510B, EC50, EC532A e EC529, todos eles con rendementos superiores a 16 tMS/ha. Non obstante, é relevante sinalar que 6 dos 14 híbridos diferiron significativamente do mellor híbrido nesta localidade (gráfico 3.A), o que indica un desempeño moi competitivo do conxunto de materiais avaliados.

En Mabegondo, 5 híbridos superaron significativamente a media das testemuñas, 3 deles, EC538xEC621A, EC532AxEC621A e EC50xEC232, con producións forraxeiras superiores á mellor testemuña (gráfico 3.B).

Híbrido	RMS
EC50 xEC232	19,25
EC532AxEC621A	19,17
EC538xEC621A	19,00
EC547xEC621A	18,50
EC529xEC621A	18,19
EC237xEC232	18,15
EC510BxEC621A	18,01
EC513xEC621A	17,92
EC521xEC621A	17,21
TESTIGO 300	17,19
EC49AxEC232	17,04
TESTIGO 400	15,63
EC35GxEC232	15,50
EC23AxEC232	15,34
EC18xEC232	14,60
EC244xEC232	13,92

C) Pontevedra-Mabegondo



Medias cubertas pola mesma barra non son significativamente diferentes

► NA PRESENTE CAMPAÑA, SEMENTARANSE EN GRAN PARCELA DOUS DOS HÍBRIDOS MELLOR SITUADOS PARA ESTUDAR O SEU COMPORTAMENTO EN CONDICIÓNS DE CULTIVO MÁIS PRÓXIMAS ÁS DUNHA EXPLOTACIÓN REAL

O comportamento dos híbridos foi moi consistente en ambas as localidades: os híbridos con mellores e peores rendementos coincidiron no *ranking* produtivo. Esta estabilidade confirmouse mediante a análise combinada, xa que a interacción entre a data de sementeira e os híbridos galegos non resultou significativa.

Ao analizar conxuntamente os resultados en ambos os ambientes, o rendimento medio foi de 17,16 tMS/ha. Entre os híbridos desenvolvidos a partir de material xenético autóctono, destacaron EC50 × EC232 e EC237 × EC232, con rendementos de 19,25 tMS/ha e 18,15 tMS/ha, respectivamente (gráfico 3.C). Tanto EC50 como EC232 xa amosaran boa resistencia ao frío en estudos previos, o que podería ter contribuído ao seu excelente comportamento.

Entre os híbridos con introgresión de material americano, sobresaíron aqueles que inclúen as liñas puras EC532A, EC538, EC547 e EC529, todos con producións iguais ou superiores a 18 tMS/ha. Estes materiais situáronse de forma consistente entre os máis produtivos tanto na análise combinada como en cada unha das localidades. Así mesmo, o híbrido EC510B×EC621A alcanzou rendementos moi elevados en Pontevedra e na análise conxunta, aínda que en Mabegondo diferiron significativamente do mellor híbrido testemuña pese a superar as 18 tMS/ha.

En conxunto, identificáronse híbridos moi prometedores tanto entre os derivados exclusivamente de xermoplasma galego como entre aqueles con introgresión de xermoplasma americano. Non obstante, as maiores producións obtivéronse xeralmente nos híbridos que incorporan

material americano, o cal coincide co agardado: estes materiais combinan a adaptación local proporcionada polo xermoplasma galego coa alta produtividade do xermoplasma elite americano. Ademais, o feito de que as liñas foran desenvolvidas no CIAM-Agacal garante que a súa adaptación ao agro galego non se perda durante o proceso de mellora, unha práctica habitual e contrastada na mellora xenética do millo (Cartea e colaboradores, 1999).

Os resultados obtidos son moi alentadores para a futura selección e transferencia de híbridos galegos ao sector. Na presente campaña, sementaranse en gran parcela dous dos híbridos mellor situados para estudar o seu comportamento en condicións de cultivo máis próximas ás dunha explotación real.

O obxectivo final é identificar os híbridos con maior rendimento e boa calidade forraxeira para o seu rexistro na Oficina Española de Variedades Vexetais. ■

AGRADECEMENTOS

Esta investigación estase a levar a cabo grazas ao financiamento do “Proxecto Go Maíz: millo para alimentación humana e animal” financiado con fondos Feader 2024/46B.

BIBLIOGRAFÍA

Anuario de Estadística 2024. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2024>.

Campo Ramírez, L. y Moreno González, J. (2015). Introducción de germoplasma élite en híbridos forrajeros de maíz. En: Pastos y Forrajes en el siglo XXI / coord. por Josep Cifre Llompart, Isaac Janer March, Javier Gullas León,



Jaime Jaume Sureda, Hipólito Medrano Gil, 2015, ISBN 978-84-606-7295-1, págs. 145-152.

NeSmith, D. y Ritchie, J., (1992). Short and Long-Term Responses of Corn to a Pre-Anthesis Soil Water Deficit. *Agronomy Journal-AGRON J.* 84(1). DOI:10.2134/agronj1992.00021962008400010021x.

Menkir, Abebe y Akintunde, A.O., (2001). Evaluation of the performance of maize hybrids, improved open-pollinated and farmers' local varieties under well-watered and drought stress conditions. *Maydica*, 46(4): 227-238.

Oyekunle, Muhyideen y Badu-Apraku, B. y Aken'Ova, M.E., (2015). Genetic variability for drought tolerance in early-maturing maize inbreds under contrasting environments. *Maydica*, 60. https://www.researchgate.net/publication/302975489_Genetic_variability_for_drought_tolerance_in_early-maturing_maize_inbreds_under_contrasting_environments.

Stojakovic M., Ivanovic M., Jockovic D. y Vasic N., (2007). Characteristics of reselected Mo17 and B73 Inbred lines of maize. *Maydica*, 52 (3), 257-260.

Cartea, M.E., Revilla P, Butrón A, Malvar RA Ordás A. 1999. Do second cycle maize inbreds preserve the European flint heterotic group?. *Crop Sci*, 39, 1060-1064.

Valor Agronómico das Variedades Comerciais de Millo Forraxeiro de Galicia (Actualización 2025), AGACAL, Xunta de Galicia. DL: C 506-2025. <https://mediorural.xunta.gal/sites/default/files/publicacions/2025-03/Millo-forraxeiro-2025-diptico-definitivo.pdf>.