



Híbridos forrajeros gallegos ante el cambio climático

Este trabajo se centra en el objetivo 1 del Proyecto Go Maíz: obtener, evaluar y seleccionar híbridos de maíz forrajero desarrollados a partir de variedades locales gallegas, con alto rendimiento en forraje verde y materia seca, calidad nutritiva y adaptación al medio. Se presentan los resultados preliminares de producción forrajera en base al contenido 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 Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Agencia Gallega de Calidad Alimentaria (Agacal)

²Misión Biológica de Galicia, CSIC

IMPORTANCIA DEL MAÍZ FORRAJERO EN GALICIA

El maíz forrajero es fundamental en la alimentación del ganado vacuno, especialmente del vacuno de leche. En los últimos años, su cultivo ha aumentado frente a otras especies forrajeras. A nivel estatal, el maíz ocupa la tercera posición en producción total de forrajes (17,4 %), solo por detrás de las

praderas (19,3 %) y la alfalfa (30 %) (*Anuario de estadística* 2024).

Galicia concentra cerca del 65 % del maíz forrajero producido en España, impulsado por la elevada demanda de forraje ensilado en las explotaciones.

El cultivo del maíz forrajero está creciendo debido a su amplia utilización como complemento en las dietas del ganado, pero los híbridos de

maíz cultivados en Galicia han sido obtenidos en ambientes muy distintos a los nuestros y pueden presentar problemas de adaptación. Además, los híbridos actualmente disponibles presentan una diversidad genética muy reducida, lo que podría comprometer su resiliencia frente a los estreses asociados al cambio climático. Por ello, resulta estratégico disponer de híbridos adaptados a las condiciones edafoclimáticas de la España húmeda, capaces de soportar escenarios que cada vez soportan temperaturas más altas y menores precipitaciones en las fases críticas del cultivo.

EL PROYECTO GO MAÍZ

Este proyecto está financiado por las Ayudas para la Ejecución de Proyectos de los Grupos Operativos de la Asociación Europea de la Innovación AEI (MR331B), Xunta de Galicia (FEADER 2024/046B). En el marco del “Proyecto Go Maíz: maíz para la alimentación humana y animal” coordinado por la Asociación de Desarrollo Rural Ódega, participan como miembros beneficiarios el gru-

► EL GRUPO OPERATIVO TIENE COMO OBJETIVO IMPULSAR LA TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA GALLEGAS, CON ESPECIAL ATENCIÓN AL CULTIVO DE MAÍZ FORRAJERO Y MAÍZ PARA HARINAS



po de Genética y Mejora de Maíz de la Misión Biológica de Galicia (MBG-CSIC) y, como entidad subcontratada, el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Agacal.

El grupo operativo tiene como objetivo impulsar la transferencia de conocimiento para mejorar la competitividad de la agricultura y la ganadería gallegas, con especial atención al cultivo de maíz forrajero y maíz para harinas. Se apuesta por cadenas cortas de comercialización y por el uso de variedades locales o deriva-

das de germoplasma autóctono, mejor adaptadas al agrosistema gallego. La finalidad es identificar variedades productivas, de calidad y resilientes en el entorno donde se genera el producto final, reduciendo así la dependencia de insumos externos.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Dentro de este GO, la MBG-CSIC y el CIAM-Agacal están llevando a cabo una serie de ensayos que nos permitan evaluar híbridos que se han desarrollado a partir de variedades

autóctonas gallegas que deberían estar más adaptados al agrosistema gallego y que puedan ser utilizados en el resto de la España húmeda.

El objetivo último del proyecto es desarrollar híbridos que sean más productivos, de mayor calidad y resilientes en el propio ambiente donde ►

Cursos confirmados EILZA 2026



ESCUELA
INTERNACIONAL DE
INDUSTRIAS LÁCTEAS

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.

se elabora el producto final para así contribuir a mejorar la competitividad y a aumentar la viabilidad de las explotaciones, ya que tendrán una menor dependencia de insumos externos.

RED DE ENSAYOS

Se evaluaron 16 híbridos forrajeros en dos 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 diferencias notables en integral térmica:
- Mabegondo: menor integral térmica.
 - Pontevedra: clima más cálido y templado, con riegos de apoyo cuando fue necesario.

En cada localidad se realizaron tres fechas de siembra (precoz, media y tardía), cubriendo el periodo desde finales de abril hasta principios de junio. Las fechas de siembra, recolección y riego se recogen en la tabla 1.

En Mabegondo, las lluvias de primavera retrasaron las siembras hasta mayo y las bajas temperaturas demoraron la nascencia. No se aplicaron riegos durante el ciclo del cultivo.

El rendimiento medio de los ensayos fue mayor en Mabegondo que en Pontevedra (gráfico 1), excepto en la siembra tardía. En esta localidad, la siembra precoz fue la más productiva, ya que permitió que el cultivo completase la floración antes del periodo de sequía estival. En cambio, el rendimiento disminuyó progresivamente en las siembras media y tardía, que coincidieron en mayor medida con el estrés hídrico del verano.

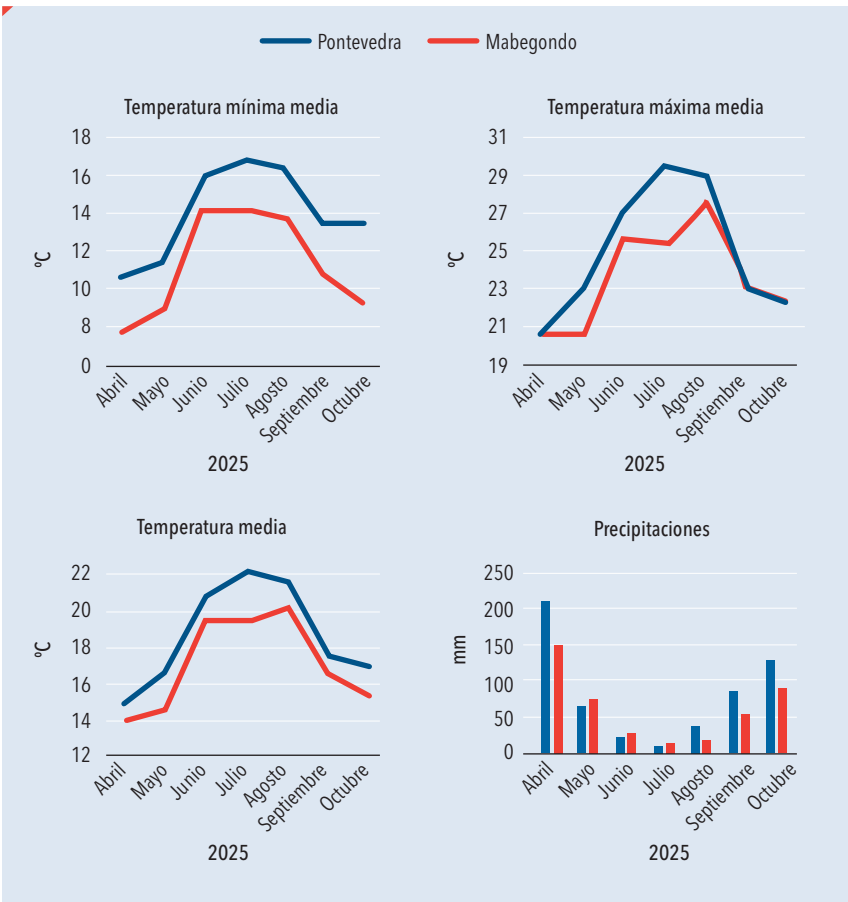
En Pontevedra la tendencia fue opuesta: la siembra tardía fue la más productiva. Este resultado se explica porque dicho ensayo se regó a demanda y, además, su floración evitó la sequía extrema de junio y julio, un periodo durante el cual los otros ensayos, especialmente el precoz, se vieron fuertemente afectados (gráfico 1).

En Pontevedra, el ensayo precoz sufrió una sequía excepcional y no pudo regarse; los otros ensayos sí recibieron riegos adicionales. Entre el 14 de junio y el 19 de julio precipitaron únicamente 0,8 mm en Pontevedra, coincidiendo con la floración

Tabla 1. Fechas de siembra y recolección del maíz en los dos ambientes y disponibilidad de riego

Ensayo	Fecha de siembra (Pontevedra)	Fecha de siembra (Mabegondo)	Fecha de recolección (Pontevedra)	Fecha de recolección (Mabegondo)	Riego (Pontevedra)	Riego (Mabegondo)
Precoz	28/04/2025	06/05/2025	18/08/2025	17/09/2025	No	No
Media	08/05/2025	22/05/2025	27/08/2025	25/09/2025	Sí	No
Tardía	20/05/2025	03/06/2025	09/09/2025	03/10/2025	Sí	No

Gráfico 2. Temperaturas máximas, mínimas y medias y precipitaciones de las estaciones meteorológicas más próximas al lugar de los ensayos

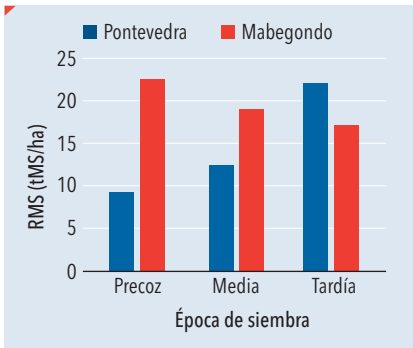


del ensayo de siembra precoz, por lo que los daños fueron muy severos.

En la producción del maíz la sequía intermitente durante una o más etapas de crecimiento de las plantas, especialmente durante la fase más sensible de floración y llenado de grano (Menkir y Akintunde, 2001; Oyekunle y colaboradores, 2015), limita el crecimiento del cultivo y el rendimiento final y puede llegar a disminuir los rendimientos de grano hasta en un 17 % y reducir el rendimiento promedio en más del 90 % cuando el estrés severo coincide con las etapas de floración y llenado de grano (NeSmith y Ritchie, 1992).

Las temperaturas medias, máximas y mínimas fueron más altas en

Gráfico 1. Valores medios del rendimiento de materia seca (RMS) en tres épocas de siembra



Pontevedra, con máximas en julio más de 4 °C superiores respecto a Mabegondo (gráfico 2). Como consecuencia, el ciclo medio del cultivo fue ▶▶

GALICAL

CALES Y CARBONATOS AGRÍCOLAS

CARBONATO CÁLCICO

- Camas higiénicas
- Eficaz en la **reducción de mamitis ambientales y dermatitis**

HIDRÓXIDO CÁLCICO

- Secante de **alta absorción**

MEZCLA CON SERRÍN Y CASCARILLA

- Comodidad e **higiene**

AHORA CON
DESINFECTANTE

UN DESCANSIÑO
CAMAS DE VACUNO

Transporte a cualquier punto de España y Portugal



ENCALADO AGRÍCOLA · ENVASADO DE CALES Y DOLOMÍAS · ALIMENTACIÓN ANIMAL · CAMAS DE VACUNO



GALICAL CALES Y CARBONATOS AGRÍCOLAS SL

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

☎ 982 221 484

✉ info@galical.es



www.galical.es

► EN CONJUNTO, SE IDENTIFICARON HÍBRIDOS MUY PROMETEDORES TANTO ENTRE LOS DERIVADOS EXCLUSIVAMENTE DE GERMOPLASMA GALLEGO COMO ENTRE AQUELLOS CON INTROGRESIÓN DE GERMOPLASMA AMERICANO

16 días más corto en Pontevedra, lo que podría explicar el mayor rendimiento de la siembra media en Mabegondo.

Híbridos evaluados

Se evaluaron catorce híbridos experimentales:

1. Híbridos desarrollados a partir de germoplasma gallego

Híbridos obtenidos del cruce de la línea dentada EC232 con las líneas puras lisas: EC18, EC49A, EC244, EC237, EC23A, EC35G y EC50. Todas las líneas puras lisas se han desarrollado a partir de la variedad local *Aranga*. EC232 es una línea pura dentada desarrollada a partir de la variedad local *Carnota*.

2. Híbridos con introgresión de material americano

Híbridos obtenidos del cruce de la línea dentada EC621A con las líneas puras lisas EC532A, EC538, EC547, EC529, EC510B, EC513 y EC521. Las líneas puras lisas provienen de líneas gallegas con introgresión de la línea americana élite Mo17 (Campo y Moreno-González, 2015). La línea dentada EC621A procede de una línea pura gallega con introgresión de material americano aportado por la línea pura B73. Tanto Mo17 como B73 han sido ampliamente utilizadas a nivel mundial para el desarrollo de híbridos de maíz de ciclo FAO medio y tardío (Stojakovic y colaboradores, 2007).

3. Híbridos testigos

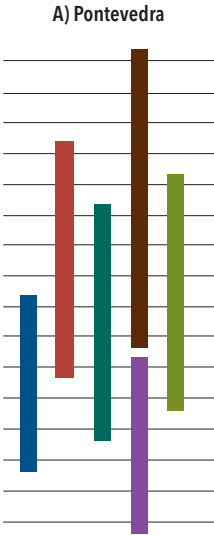
Además, se incluyeron dos híbridos comerciales testigos que fueron seleccionados por sus altos índices productivos y por sus altos rendimientos forrajeros, superiores a las 25 tMS/ha alcanzados en los ensayos de Valor Agronómico de las Va-



Gráfico 3. Valores medios del rendimiento de materia seca (RMS en tMS/ha) de los híbridos evaluados en Pontevedra (A), Mabegondo (B) y en el análisis combinado de ambas localidades, Pontevedra-Mabegondo (C)

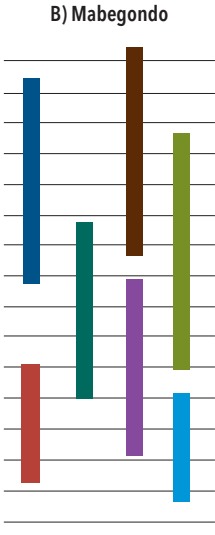
Híbrido	RMS
EC510BxEC621A	17,14
EC50 xEC232	16,87
EC532AxEC621A	16,50
EC529xEC621A	16,24
EC547xEC621A	15,78
EC538xEC621A	15,63
EC237xEC232	15,23
EC521xEC621A	14,92
EC513xEC621A	14,85
EC49AxEC232	14,83
EC23AxEC232	13,70
EC35GxEC232	13,50
TESTIGO 300	13,12
EC244xEC232	12,29
TESTIGO 400	12,07
EC18xEC232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

Valores medios del rendimiento de materia seca (RMS) de los híbridos evaluados 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

Valores medios del rendimiento de materia seca (RMS) de los híbridos evaluados en Mabegondo



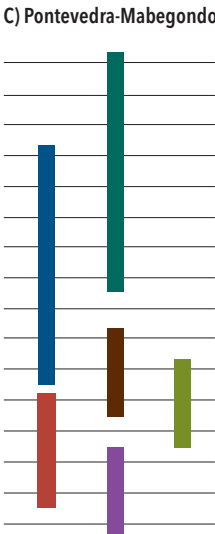
riedades Comerciales de Maíz Forrajero de Galicia (actualización 2025), publicados anualmente por la Xunta de Galicia.

En la localidad de Pontevedra, 10 de los híbridos gallegos obtuvieron producciones significativamente superiores a la media de los testigos, lo que representa el 71,4 % del total evaluado (gráfico 3.A). Destacaron en especial los híbridos que incluyen las líneas puras EC510B, EC50, EC532A y EC529, todos ellos con rendimientos superiores a 16 tMS/ha. Sin embargo, es relevante señalar que 6 de los 14 híbridos difirieron significativamente del mejor híbrido en esta localidad (gráfico 3.A), lo que indica un desempeño muy competitivo del conjunto de materiales evaluados.

En Mabegondo, 5 híbridos superaron significativamente la media de los

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

Medias cubiertas por la misma barra no son significativamente diferentes



testigos, 3 de ellos, EC538xEC621A, EC532AxEC621A y EC50xEC232, con producciones forrajeras superiores al mejor testigo (gráfico 3.B).

► EN LA PRESENTE CAMPAÑA, SE SEMBRARÁN EN GRAN PARCELA DOS DE LOS HÍBRIDOS MEJOR SITUADOS PARA ESTUDIAR SU COMPORTAMIENTO EN CONDICIONES DE CULTIVO MÁS PRÓXIMAS A LAS DE UNA EXPLOTACIÓN REAL

El comportamiento de los híbridos fue muy consistente en ambas localidades: los híbridos con mejores y peores rendimientos coincidieron en el *ranking* productivo. Esta estabilidad se confirmó mediante el análisis combinado, ya que la interacción entre la fecha de siembra y los híbridos gallegos no resultó significativa.

Al analizar conjuntamente los resultados en ambos ambientes, el rendimiento medio fue de 17,16 tMS/ha. Entre los híbridos desarrollados a partir de material genético autóctono, destacaron EC50 × EC232 y EC237 × EC232, con rendimientos de 19,25 tMS/ha y 18,15 tMS/ha, respectivamente (gráfico 3.C). Tanto EC50 como EC232 ya habían mostrado buena resistencia al frío en estudios previos, lo que podría haber contribuido a su excelente comportamiento.

Entre los híbridos con introgresión de material americano, sobresalieron aquellos que incluyen las líneas puras EC532A, EC538, EC547 y EC529, todos con producciones iguales o superiores a 18 tMS/ha. Estos materiales se situaron de forma consistente entre los más productivos tanto en el análisis combinado como en cada una de las localidades. Asimismo, el híbrido EC510B×EC621A alcanzó rendimientos muy elevado en Pontevedra y en el análisis conjunto, aunque en Mabegondo difirieron significativamente del mejor híbrido testigo pese a superar las 18 tMS/ha.

En conjunto, se identificaron híbridos muy prometedores tanto entre los derivados exclusivamente de germoplasma gallego como entre aquellos con introgresión de germoplasma americano. No obstante, las mayores producciones se obtuvieron generalmente en los híbridos que

incorporan material americano, lo cual coincide con lo esperado: estos materiales combinan la adaptación local aportada por el germoplasma gallego con la alta productividad del germoplasma élite americano. Además, el hecho de que las líneas hayan sido desarrolladas en el CIAM-Agacal garantiza que su adaptación al agro gallego no se pierda durante el proceso de mejora, una práctica habitual y contrastada en la mejora genética del maíz (Cartea y colaboradores, 1999).

Los resultados obtenidos son muy alentadores para la futura selección y transferencia de híbridos gallegos al sector. En la presente campaña, se sembrarán en gran parcela dos de los híbridos mejor situados para estudiar su comportamiento en condiciones de cultivo más próximas a las de una explotación real.

El objetivo final es identificar los híbridos con mayor rendimiento y buena calidad forrajera para su registro en la Oficina Española de Variedades Vegetales. ■

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se está llevando a cabo gracias a la financiación del “Proyecto Go Maíz: maíz para alimentación humana y 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 Gulías 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>.