



Produtividade, estabilidade e adaptabilidade de cultivares de millo forraxeiro en Galicia

Presentamos os resultados do noso estudo, cuxo obxectivo foi avaliar a produtividade, adaptabilidade e estabilidade da produción de materia seca de tres cultivares de millo forraxeiro (XU1-200, FAO-200; XU2-300, FAO-300 e XU3-400, FAO-400) durante tres anos (2014, 2015 e 2016) en catro zonas de Galicia, usando o método MHPRVG.

J.A. Oliveira¹, M.J. Bande²

¹Área de Producción Vexetal, Departamento de Bioloxía de Organismos e Sistemas, Universidade de Oviedo (Asturias)

²Departamento de Pastos e Cultivos, Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM)-Axencia Galega de Calidade Alimentaria (Agacal), Xunta de Galicia (Galicia)

INTRODUCCIÓN

A produción española de millo forraxeiro concéntrase no norte de España. Galicia, Asturias e Cantabria son as principais rexións produtoras con 73.836 ha, 7.033 ha e 4.610 ha, respectivamente (MAPA, 2023). Estas tres rexións representan o 89 % a superficie española de millo forraxeiro.

Un dos factores estruturais limitantes para aumentar a rendibilidade das explotacións gandeiras do norte de España é a escasa base territorial dispoñible para a produción de forraxes.

Este feito, unido á irregularidade estacional da produción, levou a moitos gandeiros a adoptar estratexias de intensificación da produción forraxeira. Na actualidade, estas explotacións manteñen a tendencia crecente cara ao uso de millo forraxeiro conservado en forma de ensilado, xa que a planta enteira de millo se considera unha materia prima ideal para ensilar pola súa alta produción de materia seca de alto valor nutritivo, rápida recolección, non requirir ningún tratamento previo para ser ensilado e porque

é fácil de integrar en sistemas de alimentación *unifeed*. Centrándonos na alimentación de ruminantes, o ensilado de millo forraxeiro constitúe unha mestura única de gran e fibra dixestible de grande utilidade en nutrición animal (Martínez-Fernández *et al.*, 2021).

En 1999 e en colaboración con empresas produtoras de sementes, iniciouse en Galicia un proceso de avaliación de cultivares comerciais de millo híbrido para ensilado por parte do Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAM) e,



▶ A MAIOR ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE XENÉTICA DOS CULTIVARES, MENOR INTERACCIÓN XENOTIPO X AMBIENTE (GxE)



desde entón, vén realizando ano tras ano en catro zonas de Galicia (Bande, 2023). Debido á alta variación interanual dos resultados por mor da climatoloxía (temperaturas, precipitacións etc.), é importante dispor de datos de máis dun ano para caracterizar agronomicamente un cultivar.

Os modelos de cultivos baseados en procesos (funcionais) son excelentes ferramentas para estudos que implican a cuantificación dos efectos das prácticas de manexo, a xenética, o chan e o clima sobre o rendemento e a fenoloxía dos cultivos (Addiscott e Wagenet, 1985). En millo forraxeiro, Oliveira *et al.* (2023) iniciaron a adaptación do modelo CSM-CERES-Maize do paquete informático do Sistema de Apoio ás Decisións para a Transferencia de Agrotecnoloxía (DSSAT) (Hoogenboom *et al.*, 2019) para simular o crecemento e o desenvolvemento de tres cultivares de millo forraxeiro en tres localidades asturianas con diferentes condicións ambientais.

Un dos maiores problemas na selección de xenotipos (cultivares)

con unha alta produtividade en diferentes ambientes (localidades, anos) é a interacción xenotipo x ambiente (GxE). Os novos cultivares, ademais de ter unha boa produción/rendemento, deberán ter unha boa estabilidade (capacidade de comportarse ben nunha grande amplitude de condicións ambientais) e adaptabilidade (capacidade de resposta á mellora do ambiente, por exemplo ao laboreo, fertilización, rega etc.). A maior estabilidade e adaptabilidade xenética do cultivares, menor interacción GxE.

Varios métodos de análises de adaptabilidade e estabilidade propuxéronse por diversos autores (Linn e Binns, 1988; Annicchiarico, 1992). Estes métodos asumen que os efectos xenotípicos son fixos e, segundo Resende (2007), isto é algo limitante na análise de experimentos non equilibrados (cando os tratamentos son asignados a un número desigual de unidades experimentais), non ortogonais (cando cada nivel de un factor non está presente no experimento en combinación con cada nivel doutro factor e non

se poden investigar as interaccións e con heteroxeneidade de varianzas (cando a varianza dos erros non é constante en todas as observacións realizadas). Por outra banda, nos modelos mixtos (que combinan efectos aleatorios con efectos fixos), a predición dos valores xenotípicos dos xenotipos polo Mellor Predictor Lineal Innesgado (BLUP) e a estimación dos compoñentes da varianza polo Método de Máxima Verosimilitude Residual ou Restrinxida (REML), permiten a predición dos efectos xenéticos (asumidos aleatorios) libres dos efectos fixos do modelo (Henderson, 1975; Piepho *et al.*, 2008k). A avaliación da significación dos efectos aleatorios nos modelos mixtos non se fai coa proba F da análise de varianza, senón coa razón de verosimilitude (LRT) que se obtén na análise de desvianza (Resende, 2007).

Para a selección simultánea de produción, estabilidade e adaptabilidade en xenotipos, Resende (2007) propuxo a media harmónica do rendemento relativo (%) dos valores xenotípicos estimados (MHPRVG). ▶▶

TIENDAS ASA


FERRETERÍA


JARDINERÍA


MENAJE


PIENSOS


HIGIENE ORDENO


PLÁSTICOS SILO


NIÑOS


TEXTIL


FITOSANITARIOS


MEDICAMENTOS



De la mejor leche las mejores Productos

Y, POR SUPUESTO, TODOS LOS PRODUCTOS LÁCTEOS DE 



ASA
Asturiana de Servicios Agropecuarios

Abiertas a todas las públicas

Localiza tu tienda más cercana y ¡Ven a conocernos!

En tiendas ASA encontrarás los piensos que se fabrican en nuestras instalaciones y todo tipo de suministros para el campo y la ganadería. Además, todas son centros autorizados de recogida de SIGFITO

TIENDAS ASA

SIERO · VEGADEO · TAPIA DE CASARIEGO · EL FRANCO · COAÑA · TINEO · CANGAS DEL NARCEA · LUANCO · GIJÓN · VILLAVICIOSA · POSADA DE LLANES

📍 Polígono Bravo, s/n · 33199 Granda, Siero (Asturias) ☎ Tel.: 985 791 771

▶ UN DOS MAIORES PROBLEMAS NA SELECCIÓN DE XENOTIPOS (CULTIVARES) CUNHA ALTA PRODUTIVIDADE EN DIFERENTES AMBIENTES É A INTERACCIÓN XENOTIPO X AMBIENTE (GXE)



Este método probouse útil con diferentes cultivos, como é o caso do millo (Mendes *et al.*, 2012).

O obxectivo deste traballo foi o avaliar a produtividade, adaptabilidade e estabilidade da produción de materia seca de tres cultivares de millo forraxeiro (XU1-200, FAO-200; XU2-300, FAO-300 e XU3-400, FAO-400) durante tres anos (2014, 2015 e 2016) en catro zonas de Galicia, usando o método MHPRVG.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sitios experimentais

Esta avaliación de cultivares de millo realizouse en ensaios experimentais de campo en catro lugares de Galicia: Ribadeo (43,5458, -7,0816, 43 m.s.n.m.), Ordes (43,0432, -8,4458, 300 m.s.n.m.), Deza (43,6995, -8,3192, 400 m.s.n.m.) e Sarria (42,8194, -7,3758, 520 m.s.n.m.) durante os anos 2014, 2015 e 2016.

Os chans dos ensaios en Ribadeo, situado na Mariña Oriental (nordeste de Lugo), Ordes (centro da Coruña) e Deza teñen unha textura franco-areenta, sendo o chan de Ribadeo sobre lousas, e os de Ordes e Deza, sobre xistos. En cambio, o chan dos ensaios de Sarria ten unha textura franco-arxilo-areenta e son chans de lousas.

O sitio experimental de Ribadeo, segundo a clasificación climática de Köppen-Geiger (Kotteck *et al.*, 2006)

pertence ao clima temperado húmido con verán cálido (tipo Cfb). A temperatura media do mes máis frío é menor de 18 °C e superior a -3 °C. A temperatura media do mes máis cálido non chega aos 22 °C, pero supéranse os 10 °C durante catro ou máis meses ao ano. As choivas están repartidas ao longo do ano, non hai unha estación seca. En cambio, os outros tres sitios experimentais pertencen ao clima temperado chuvioso con verán seco e cálido (Csb). A temperatura media do mes máis frío é menor de 18 °C e superior a -3 °C. A temperatura media do mes máis cálido non chega aos 22 °C, pero supéranse os 10 °C durante catro ou máis meses ao ano. As precipitacións exceden á evaporación. Dáse unha diminución considerable das choivas no verán, momento que coincide coas altas temperaturas (Arnfield, 2021).

Os datos meteorolóxicos obtivéronse das estacións meteorolóxicas máis próximas aos campos experimentais a través da páxina web de Meteogalicia (www.meteogalicia.gal) e preséntanse na figura 1.

Cada experimento de campo incluíu a preparación do chan, a fertilización, a sementeira dos cultivares nas parcelas e os tratamentos fitosanitarios. A sementeira realizouse manualmente nas datas habituais no catro localidades de ensaio.

Os cultivares híbridos utilizados foron XU1-200 (FAO 200), XU2-300 (FAO 300) e XU3-400 (FAO 400).

Como cultivo de inverno sementouse unha mestura de raigrás italiano con trevos anuais para realizar un ensilado na primavera.

Previamente á sementeira, aplicáronse 200 kg N ha⁻¹ xunto coas emendas calcarias e fertilización fosfopotásica necesarios segundo os resultados das análises previas do chan, para compensar as extraccións polo cultivo de inverno en rotación co millo.

A densidade de plantación inicial foi de 180.000 plantas ha⁻¹. Cando as plantas acadaron uns 20 cm de altura, realizouse un aclareo para alcanzar a densidade final de 90.000 plantas ha⁻¹.

O millo forraxeiro para a súa conservación como ensilado débese recoller cando a concentración de materia seca de todo o cultivo sitúase entre o 30 % e o 35 %, intervalo no que se alcanza o momento óptimo para producir ensilado (Khan *et al.*, 2015). O momento ideal para ensilar considérase cando o estado medio do gran das mazarocas para cada cultivar alcanza o estado de gran pastoso-vítreo (Bande, 2023). A altura de corte das plantas de millo foi de 20-25 cm por encima da superficie do chan. ▶▶

CALIZA AGRÍCOLA CALIZA MAGNESIANA

O millo e as praderías precisan de pH próximos á neutralidade. Tanto a caliza agrícola coma a magnesiana que ofrece Calfensa axudan a corrixir a acidez dos nosos solos, evitando a toxicidade do aluminio e favorecendo a asimilación do fósforo. Así mesmo, melloran a súa estrutura, aumentando a aireación e a drenaxe.

A caliza de Calfensa provén de calcita que, unha vez moída, é de efecto máis rápido que a proveniente de dolomita.

Grazas á finura de moenda coa que traballa Calfensa, os seus produtos son altamente solubles. Rápida acción dificilmente superable por outras calizas menos moídas ou granuladas.

A diferenza do cal vivo, a caliza de Calfensa non é agresiva, non produce queimaduras, o que facilita a súa manipulación, sendo, do mesmo xeito, respectuosa cos microorganismos beneficiosos do solo.

Dado que se trata dun produto extraído directamente da terra, non produce efectos negativos para o medio, sendo recoñecido polo Consello Regulador de Agricultura Ecolóxica.

AENOR certifica os sistemas de Xestión de Calidade, Medio Ambiente e Seguridade e Saúde no Traballo de Calfensa.

CALIZA AGRÍCOLA NOVO SISTEMA DE ESTENDIDO CALIZA MAGNESIANA



a calfensa a caliza da túa terra®

Novo produto granulado

Corrección de pH e aporte de Magnesio



MODALIDADES DE SERVIZO



APLICADO SOBRE O TERREO



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

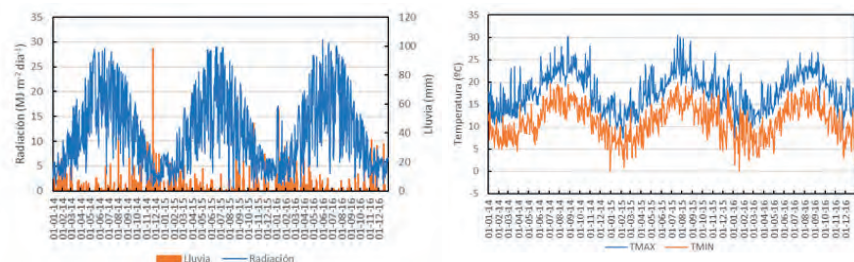


Certificación Intereco para:
Caliza Agrícola e
Caliza Magnesiana

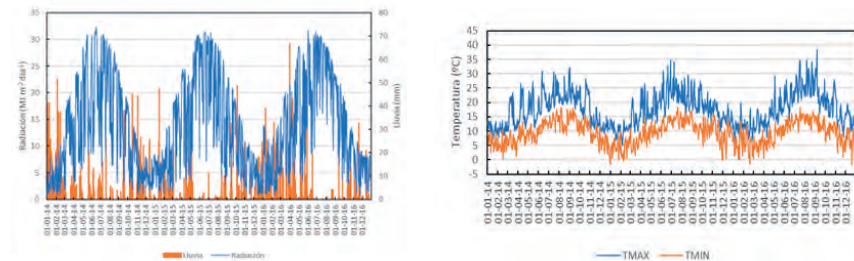


Datos meteorolóxicos observados diarios durante os anos de avaliación (2014-2016) nas fincas experimentais de Ribadeo, Ordes, Deza e Sarria (Galicia)

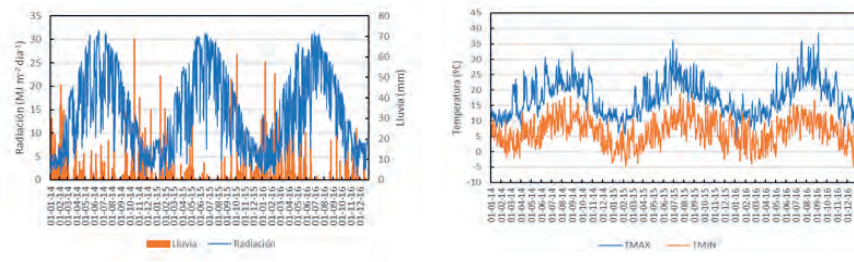
Ribadeo



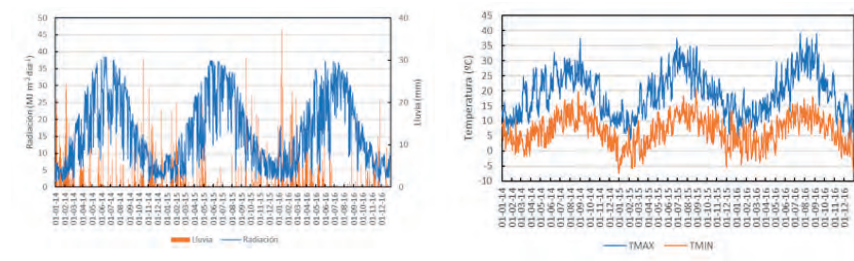
Ordes



Deza



Sarria



En cada lugar experimental tomáronse mostras de chan para determinar as principais características físicas e químicas do chan (táboa 1). En todos os campos experimentais, o contido inicial de auga do chan supúxose igual á capacidade de campo.

O carbono orgánico do chan (SOC) calculouse a partir da materia orgánica do chan (OM) utilizando a seguinte ecuación (Périer e Quimet, 2008): SOC chan (%) = 0,4724 × OM chan (%).

Análise estatística

A variable considerada na análise de produtividade, estabilidade e adaptabilidade foi a produción de materia seca no momento do corte para ensilado (kg MS ha⁻¹).

As análises estatísticas realizáronse co modelo 54 do programa SELEGEN-REML/BLUP (Resende 2007), asumindo o modelo mixto: $y = Xb + Zg + Wc + y$, onde “y” é o vector das observacións da variable produción de materia seca, “b” é o vector do efecto da repetición ou bloque dentro dos diferentes ambientes (asumido fixo), “g” é o vector do efecto dos xenotipos (asumido aleatorio), “c” é o vector do efecto da interacción GxE (asumido aleatorio) e “y” é o vector do erro ou residuo (aleatorio). X, Z e W son as matrices de incidencia (compostas duns e ceros) para “b”, “g” e “c” respectivamente. Os parámetros xenéticos estimáronse mediante o método REML/BLUP. A avaliación da significación dos efectos aleatorios do modelo realizouse mediante a proba LRT (proba Chi-cadrado) da análise de desvianza (Resende, 2007).

O efecto ambiente creouse como combinación das localidades x anos, obtendo 12 ambientes (4 localidades x 3 anos).

A media harmónica do rendemento relativo dos valores xenotípicos (MHPRVG) calculouse para todos os xenotipos segundo a seguinte expresión proposta por Resende (2002):

$$MHPRVG = \frac{n}{\sum_j^n \frac{1}{Vg_{ij}}}$$

Onde: n é o número de ambientes onde o xenotipo i se avaliou; $Vg_{ij} = u_j + g_i + ge_{ij}$, é o valor xenotípico do xenotipo i no ambiente j, expresado como proporción da media do de-

Utilizouse un deseño experimental de bloques completos ao azar con tres repeticións. As subparcelas elementais tiñan unha superficie de 11,7 m² con tres liñas de 6,5 m de lonxitude e unha separación entre liñas de 0,6 m. A mostraxe no momento da colleita realizouse recollendo as plantas en pé existentes en 5 m de lonxitude da liña central por parcela. Separáronse ao azar dez plantas das cultivadas en cada parcela. De cada unha destas plantas separouse a mazaroca (grans + raque) e a follaxe (talos + follas + espigas das mazarocas).

As mazarocas e a follaxe picáronse independentemente cunha pica-

dora eléctrica. Co material picado por separado, as fraccións de mazarocas e follaxe secáronse nunha estufa de circulación de aire a unha temperatura de 80 °C ata peso constante para determinar o peso seco das mazarocas e o da follaxe. Posteriormente, as mostras das dúas fraccións móéronse nun muíño de martelos “Christy and Norris” 8” a un tamaño de partícula de 1mm, e enviáronse ao Laboratorio de Pastos e Cultivos do CIAM onde se determinaron os diferentes parámetros químicos mediante o método NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy [espectroscopía de reflectancia no infravermello próximo]).

▶ O MÉTODO MHPRVG MOSTROUSE ADECUADO PARA A IDENTIFICACIÓN DE CULTIVARES DE MILLO FORRAXEIRO CUNHA BOA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA, ESTABLE E CON BOA ADAPTABILIDADE

vandito ambiente, onde uj é a media do ambiente j , gi o efecto do xenotipo i e $geij$ o efecto da interacción entre o xenotipo i e o ambiente j .

RESULTADOS E DISCUSIÓN

Análise de desvianza

A presenza de interaccións GxE é un reto en mellora xenética vexetal, tanto no proceso de selección coma no de recomendación de cultivares. A avaliación da interacción GxE trata de explicar o feito de que o mellor xenotipo para un ambiente determinado pode non selo noutro ambiente diferente (Crossa, 2012).

A análise de desvianza dos efectos aleatorios mostrou que a interacción GxE foi significativa ao nivel 5 % pola proba Chi-cadrado (táboa 2). Debido a que a interacción GxE foi significativa, isto indicou que hai unha variabilidade na produción de materia seca dos xenotipos nos diferentes ambientes. Por tanto, parece interesante estudar a estabilidade e a adaptabilidade dos xenotipos co fin de recomendar os mellores xenotipos (cultivares) para todos os ambientes avaliados.

O valor de 13,1 % obtido para o coeficiente de variación residual (CVe) neste traballo indica unha boa precisión experimental, o que é importante para obter unha boa exactitude na selección ou recomendación de xenotipos.

O valor da herdabilidade en sentido amplo ao nivel de parcela individual é baixo, indicando que o am-

Táboa 1. Características do perfil do chan nas fincas experimentais de Ribadeo, Ordes, Deza e Sarria (Galicia)

	Profundidade	Arxila	Limo	SOC†	pH	LL	DUL	SAT	BD
	cm	%	%	%		v/v	v/v	v/v	g cm ⁻³
Ribadeo	20	11,2	25,8	3,9	7,1	0,189	0,373	0,532	1,54
	40	18,5	27,4	2,8	6,1	0,189	0,373	0,532	1,54
	60	17,1	16,4	2,8	4,6	0,189	0,373	0,532	1,54
Ordes	20	12,7	11,4	4,9	6,5	0,225	0,408	0,538	1,54
	40	13,2	12,3	4,9	6,0	0,225	0,408	0,538	1,54
	60	19,8	16,1	3,9	6,0	0,225	0,408	0,538	1,54
Deza	20	13,0	19,1	4,5	7,2	0,213	0,400	0,536	1,54
	40	8,6	18,6	4,2	7,1	0,213	0,400	0,536	1,54
	60	7,1	13,6	4,2	7,1	0,213	0,400	0,536	1,60
Sarria	20	9,3	11,4	3,6	6,4	0,171	0,318	0,507	1,60
	40	7,4	12,3	2,7	6,2	0,171	0,318	0,507	1,60
	60	22,2	16,1	1,2	5,7	0,171	0,318	0,507	1,50

†SOC, carbono orgánico do chan; LL, punto de marchitez permanente; DUL, capacidade de campo; SAT, humidade de saturación; BD, densidade aparente

Táboa 2. Valores da análise de desvianza e estimacións dos compoñentes da varianza (método REML): varianza xenotípica (V_g), varianza da interacción xenotipo x ambiente (V_{int}), varianza residual (V_e), varianza fenotípica (V_f), herdabilidade en sentido amplo (h^2g), exactitude na selección dos xenotipos ($Acgen$), correlación xenética entre ambientes (rgloc), coeficiente de variación residual (CVe%) e media xeral do ensaio (MG) para a produción de materia seca (kg MS ha⁻¹) de tres cultivares de millo forraxeiro en 12 ambientes (4 localidades x 3 anos) de Galicia

Efecto	Desvianza ^a	LRT ^b (Chi-cadrado)
Xenotipo	1.266,4	3,0 ns
Xenotipo x Ambiente	1.268,6	5,2 *
Modelo completo	1.263,4	
Parámetros	Estimacións	
V_g	1.364.865,53	
V_{int}	2.669.856,14	
V_e	6.510.172,96	
V_f	10.544.894,64	
Herdabilidade (h^2g)	0,13	
Exactitude ($Acgen$)	0,88	
Correlación xenética entre ambientes (rgloc)	0,34	
Coeficiente de variación residual (CVe%)	13,1	
Media xeral (MG kg MS ha ⁻¹)	19.484	

^aDesvianza do modelo axustado sen os efectos correspondentes

^bLRT = razón de verosimilitude

* = significativo por próbaa Chi-cadrado con 1 grao de liberdade ao 5 % de probabilidade (3,84)

biente ten unha grande influencia na expresión fenotípica do carácter produción de materia seca. A maior contribución ao valor fenotípico da produción de materia seca está asociada á varianza ambiental (V_e) que representa o 61,7 % da varianza fenotípica total (V_f), polo que a contribución da varianza xenotípica (V_g) foi baixa.

A varianza de interacción (V_{int}) obtida neste traballo representou un 25,3 % da varianza fenotípica total, o que se traduce nunha baixa correlación xenética entre ambientes (rgloc=0,34), indicando unha

baixa similitude entre os ambientes avaliados, o que xustifica unha avaliación en varias localidades.

A exactitude na selección de xenotipos ($Acgen = 0,88$) foi alta, o que indica unha boa calidade experimental.

Valores xenotípicos estimados (valores BLUP)

Os valores xenotípicos estimados ($VG = u + g$) de cada cultivar considerando todos os ambientes obtivéronse mediante unha técnica que permite estimar o mérito xenético dun xenotipo, libre do efecto da ▶▶

interacción xenotipo x ambiente, onde u é a media xeral de todos os ambientes e g o efecto xenotípico (Robinson, 1991).

A táboa 3 mostra os cultivares avaliados ordenados polos mellores valores xenotípicos para un ambiente medio que representa os 12 ambientes avaliados.

Táboa 3. Valores xenotípicos estimados (VG en kg MS ha⁻¹) para a produción de materia seca (corte no momento óptimo para ensilado) de tres cultivares de millo forraxeiro en 12 ambientes (4 localidades x 3 anos) de Galicia, cos seus respectivos intervalos de confianza

Cultivares	VG	Intervalo de confianza
XU3-400	20161	18.565,6-21.756,2
XU2-300	19988	18.392,3-21.582,9
XU1-200	18303	16.707,5-19.898,1

Táboa 4. Estabilidade e adaptabilidade dos valores xenotípicos (MHPRVG) e valores xenotípicos medios combinando produtividade, estabilidade e adaptabilidade (MHPRVG*MG) para produción de materia seca de tres cultivares de millo forraxeiro en 12 ambientes (4 localidades x 3 anos) en Galicia

Cultivares	MHPRVG	MHPRVG*MG (kg MS ha ⁻¹)
XU3-400	1,04	20.228,54
XU2-300	1,03	20.033,19
XU1-200	0,93	18.046,86

Estabilidade e adaptabilidade da produción de materia seca

A metodoloxía dos modelos mixtos (Resende, 2016) usouse para a selección simultánea de cultivares baseada na produtividade, estabilidade e adaptabilidade. Estimouse a media harmónica do rendemento relativo dos valores xenotípicos (MHPRVG) (táboa 4) que indica a produtividade, estabilidade e adaptabilidade esperadas. Esta estimación pódese usar cando se considera a sementeira en diferentes localidades con interaccións GxE. Deberíanse seleccionar os cultivares cunha MHPRVG maior ou igual a 1 (Torres *et al.*, 2015). A cantidade MHPRVG*MG é o produto de MHPRVG pola media xeral en todos os ambientes (MG). Os resultados do estudo MHPRVG de adaptabilidade e

estabilidade mostraron que os cultivares XU3-400 e XU3-300 son os mellores debido á súa boa produción de materia seca, estabilidade e adaptabilidade (táboa 4). O índice do comportamento relativo do valor xenotípico destes dous cultivares é de 1,03 a 1,04 veces maior que a media xeral nos 12 ambientes (MG).

CONCLUSIÓN

Os cultivares de millo forraxeiro XU3-400 (FAO-400) e XU2-300 (FAO-300) tiveron un mellor comportamento que o cultivar XU1-200 (FAO-200) en relación á produción de materia seca, estabilidade e adaptabilidade.

O método MHPRVG mostrouse adecuado para a identificación de cultivares de millo forraxeiro cunha boa produción de materia seca, estable e con boa adaptabilidade. Ademais, este método proporciona resultados nas mesmas unidades obtidas nos ensaios agronómicos, o que pode interpretarse directamente como un valor xenotípico relacionado coa produción e os índices de estabilidade e adaptabilidade. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Addiscott, T.M., Wagenet, R.J., 1985. Concepts of solute leaching in soils: a review of modeling approaches. *J. Soil Sci.* 36: 411-424.
- Annicchiarico, P., 1992. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in northern Italy. *Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46: 269-278.
- Arnfield, A.J., 2021. Koppen climate classification: Encyclopedia Britannica 2021. Available: <https://www.britannica.com/science/Koppen-climate-classification>.
- Bande, M.J., 2023. Evaluación de variedades de maíz forrajero en Galicia (1999-2022). Actualización 2023. *Vaca Pinta*, 37: 124-132.
- Crossa, J., 2012. From genotype x environment interaction to gene x environment interaction. *Current Genomics*, 13: 225-244. <http://dx.doi.org/10.2174/138920212800543066>
- Henderson, C.R., 1975. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, 31: 423-447.
- Hoogenboom, G., Porter, C.H., Boote, K.J., Shelia, V., Wilkens, P.W., Singh, U., White, J.W., Asseng, S., Lizaso, J.I., Moreno, L.P., Pavan, W., Ogoshi, R., Hunt, L.A., G.Y. Tsuji, G.Y., Jones, J.W., 2019. The DSSAT crop modeling ecosystem. In: pp.173-216 [K.J. Boote, editor] *Advances in Crop Modeling for a Sustainable Agriculture*. Burleigh
- Dodds Science Publishing, Cambridge, United Kingdom (<http://dx.doi.org/10.19103/AS.2019.0061.10>).
- Khan, N.A., Peiqiang Y., Mubarak A., Cone, J.W., Hendriks, W.H., 2015. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *J. Sci. Food Agric.* 95: 238-252.
- Kotteck, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F., 2006. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15, No. 3: 259-263.
- Lin, C.S., Binns, M.R., 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68: 193-198.
- MAPA, 2023. Encuesta sobre superficies y rendimiento de cultivos (ESYRCE). Resultados Provisionales Nacionales y Autonómicos. Edita Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), Madrid, 47 p. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>
- Martínez-Fernández, A., Carballal Samalea, A., Argamentería Gutiérrez, A., De La Roza Delgado, B., 2021. Conservación del maíz forrajero: papel de los aditivos en el ensilado. *Mundo Ganadero*, 299: 20-24.
- Mendes, F.F., Guimarães, L.J.M., Souza, J.C., Guimarães, P.E.O., Pacheco, C.A.P., Machado, J.R.A., Meirelles, W.F., da Silva, A.R., Parentoni, S.N., 2012. Adaptability and stability of maize varieties using mixed model methodology. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12: 111-117.
- Oliveira, J.A., Boote, K.J., Oliveira, F.A.A., Hoogenboom, G., Carballal, A., Martínez-Fernández, A., 2023. Adaptación del modelo CSM-CERES-Maize (DSSAT) para simular la producción de maíz forrajero: variación interanual en Asturias. *Vaca Pinta*, 40: 140-155.
- Périé, C., Quimet, R., 2008. Organic carbon, organic matter, and bulk density relationships in boreal forest soils. *Can J Soil Sci.* 88: 315-325.
- Piepho, H.P., Möhring, J., Melchinger, A.E., Büchse, A., 2008. BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. *Euphytica*, 161: 209-228.
- Resende, M.D.V., 2002. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perennes. *Embrapa Florestas*, Colombo, Brasil, 975 p.
- Resende, M.D.V., 2007. Software SELEGEN-REML/BLUP: Sistema estatístico e seleção genética computarizada via modelos lineares mistos. *Embrapa Florestas*, Colombo, Brasil, 350 p.
- Resende, M.D.V., 2016. Software Selegen-REML/BLUP: A useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 9: 313-319.
- Robinson, G.K., 1991. That BLUP is a good thing: the estimation of random effects. *Statistical Science*, 6(1): 15-32. <http://dx.doi.org/10.1214/ss/1177011926>
- Torres, F.E., Teodoro, P.E., Sagrilo, E., Cecon, G., Correa, A.M., 2015. Genotype x environment interaction in semiprostrata de cowpea genotypes via mixed models. *Bragantia*, 74: 255-260.



PEDINI

5/4



È TU
Exito



WITH PREMIUM BRAND



soufflet
seeds



Sensaciones

BUILD YOUR SUCCESS WITH PREMIUM BRAND

Quai Sarrail - BP 12 - 10 402 Nogent-sur-Seine cedex (Francia)

Valle de FORNELA 26 -24009 LEÓN (España) (+34) 639 832 547 (Óscar R. Fuentevilla)



POR SU CALIDAD DE SILO

SOUFFLET

ES LA
Leche

