Cultivo experimental de maíz forrajero en la Cornisa Cantábrica

La superficie de maíz forrajero cultivado en la Cornisa Cantábrica ascendió a 71.169 ha en el año 2007 (el 80% de la superficie cultivada en el conjunto de España). En este artículo se resumen los resultados de los experimentos realizados por los centros de investigación de Galicia, Asturias y Navarra de evaluación de híbridos comerciales de maíz forrajero para conocer cuál es su comportamiento en las condiciones de cada autonomía.

M.J. Bande-Castro[1], A. Argamentería[2], L. Campo[1], J.M. Mangado Urdániz[3], A. Martínez-Martínez[2], A. Martínez-Fernández[2], B. de la Roza[2], J. Moreno-González[1]

[1] Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM). A Coruña. [2] Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias (SERIDA). Villaviciosa (Asturias). [3] ITG Ganadero. Villava (Navarra).

En las condiciones de cultivo europeas, el maíz ha resultado ser el cultivo más eficiente para producir alimentos de alta energía para rumiantes mediante la recolección de toda su masa forrajera y su conservación en ensilado. Esto se debe a:

- La alta eficiencia de su metabolismo C4 que permite una síntesis muy eficiente de hidratos de carbono con ahorro de agua en las condiciones estivales de las zonas templadas.
- El proceso continuo de mejora genética al que ha sido sometido el maíz durante más de ochenta años, lo que ha generado híbridos cada vez más productivos y adaptados a diferentes ambientes.
- La mejora en las técnicas de su cultivo (rotaciones, fertilización racional, control de malas hierbas, control de estreses, y sistemas de recolección y ensilado).

El maíz forrajero es ampliamente cultivado en el norte de España. Según el Anuario Estadístico del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008), la superficie de maíz forrajero en la Cornisa Cantábrica (Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Navarra) fue de 71.169 ha en el año 2007, lo que supone el 80% de la superficie cultivada en el conjunto de España. La producción de maíz forrajero está directamente ligada a la producción de leche y carne, lo que es especialmente notorio en Galicia, donde la superficie de maíz forrajero con 57.449 ha (la mayoría en secano) y 2.300.626 t de forraje verde, supone el 64,5 y 60,2% de España, respectivamente.

Los centros de investigación de Galicia, Asturias y Navarra realizan experimentos de evaluación de híbridos comerciales de maíz forrajero con objeto de conocer cuál es su comportamiento en las condiciones de cada comunidad. En el caso de Galicia también se está desarrollando material vegetal útil para maíz forrajero.

Ensayo de híbridos en Navarra. Cada parcela elemental del ensayo donde se siembra un híbrido lo forman tres líneas de plantas.

Experimentación en Galicia

Métodos

Desde el año 1999 se realizan ensayos de variedades (híbridos) de maíz forrajero en campos experimentales sembrados en cuatro localidades situadas en las comarcas de Sarria y A Mariña Oriental (Lugo), Deza (Pontevedra), y Ordes (A Coruña).

El objetivo de estos ensayos es obtener información sobre las características productivas y el valor nutritivo de las distintas variedades de maíz forrajero que se comercializan en la actualidad o que tienen perspectivas de introducirse en el futuro en el mercado de Galicia.

Anualmente se ensayan 33 variedades comerciales de maíz forrajero en cada una de las cuatro localidades. El diseño empleado en el campo consiste en bloques al azar con tres repeticiones, teniendo cada parcela elemental tres líneas de 6,5 m de longitud y 0,6 m de separación entre líneas. La fertilización de fondo es 125, 150 y 250 kg ha^{-1} de N, P_2O_5, y K_2O. El abonado de cobertera es 50 kg ha^{-1} de N. En presiembra, se aplican al suelo 40 kg ha^{-1} de un insecticida con 5% en clorpirifos, y 3,75 l ha^{-1} de un herbicida con 45% en acetocloro y 21,4% en terbutilazina.

La siembra inicial de semilla es de 180.000 plantas ha^{-1} que después del aclareo cuando las plantas tienen cuatro o cinco hojas queda en una densidad final de 90.000 plantas ha^{-1}.

Controles

Durante el desarrollo del cultivo se toma la fecha de nascencia, el vigor de establecimiento y la fecha de la floración femenina de cada variedad en cada repetición.

Ensayo de híbridos de maíz en Galicia durante la época de la floración.

CUADRO I.

Media por mínimos cuadrados y valores máximos y mínimos de parámetros de producción y valor nutritivo en varios híbridos pertenecientes a tres grupos de maduración, evaluados durante tres o más años en Galicia.

Grupo maduración, media y rango de híbridos ensayados	DÍAS S-C (días)	ALTURA (cm)	ESPIGA (%MS)	RMS (t/ha)	DMO (%)	RMOD (t/ha)	PB (%MS)	IP
PRECOZ								
Media	124	273	51,9	21,2	71,4	14,4	7,3	97
Máximo	127	293	54,9	23,9	74,2	16,8	8,1	114
Mínimo	119	250	48,6	18	67,9	11,5	6,5	78
MEDIO								
Medias	131	277	51,8	22,3	71,6	15,3	7	103
Máximo	133	294	54,4	24,5	73,5	16,7	7,4	113
Mínimo	128	254	47,3	18,9	69,7	13,3	6,3	90
TARDÍO								
Medias	139	283	51,5	23,2	71,3	15,8	6,8	107
Máximo	148	299	54,7	26,4	74	17,8	7,7	121
Mínimo	134	252	46,3	20,9	68,8	14,2	6,1	96

Días S-C: días que transcurren entre la siembra y la cosecha; altura: altura total de la planta; espiga: porcentaje de la espiga sobre el rendimiento en materia seca; **RMS:** rendimiento de materia seca de la planta entera; **DMO:** digestibilidad in vitro de la materia orgánica; **RMOD:** rendimiento de materia orgánica digestible de la planta entera **PB:** proteína bruta en porcentaje sobre el rendimiento en materia seca; y **IP:** índice productivo, que es el porcentaje del rendimiento en materia orgánica digestible de cada variedad sobre la media de los testigos.

Cada parcela elemental del ensayo en Galicia lo forman tres líneas de una variedad híbrida separadas 60 cm. Variedades en el estado fenológico correspondiente a dos o tres semanas después de la floración.

Se controla la producción de cada variedad en el momento en que su grano alcanza el estado pastoso-vítreo (línea de leche a 1/3-1/2 del ápice). Se pesa en verde el total de la línea central en la parcela elemental. Se toman datos del número total de plantas, y de las plantas con carbón y encamadas de dicha línea central. Se muestrean diez plantas al azar, en las que se mide su altura, altura de inserción de la mazorca, número de mazorcas, peso de las mazorcas (grano y zuro), y peso del follaje verde (tallos, hojas y espatas).

Estas diez plantas muestreadas se pican, y se toma una muestra homogénea de 1 kg para el laboratorio, donde se determina el contenido en materia seca y su valor nutritivo (cenizas, proteína bruta, fibra neutro-detergente de la parte verde, fibra ácido-detergente, digestibilidad de la materia orgánica, carbohidratos no estructurales totales y carbohidratos solubles en agua de la mazorca).

Análisis de resultados

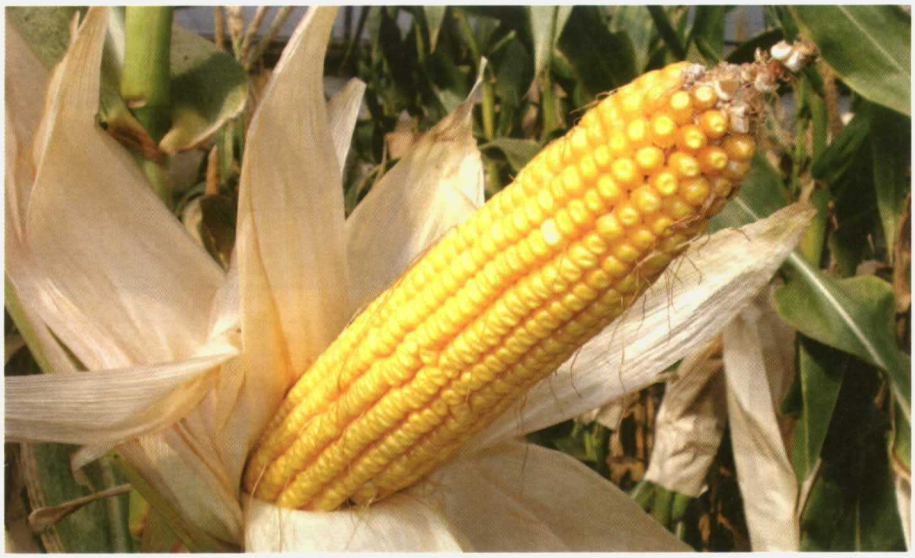
Los parámetros estudiados se analizan mediante un programa estadístico que estima las medias del rendimiento y de la calidad del forraje por mínimos cuadrados, ponderando los resultados de varios años (desde 1999 hasta la actualidad) y los cuatro ambientes por año.

Desde el año 1999 en que se empezó con la red de ensayos en Galicia, los resultados se publican en un díptico informativo, que se distribuye a oficinas comarcales agrarias, centros de formación agraria, cooperativas agrarias y agricultores individuales, y que está disponible en la web del CIAM, (www.ciam.es). Los resultados también se divulgan en revistas gallegas o nacionales.

El **cuadro I** expresa los resultados de las medias estimadas por mínimos cuadrados y los valores de rango máximo y mínimo obtenidos en cuatro ambientes y durante más de dos años de ensayo en varios híbridos pertenecientes a tres grupos de maduración (ciclo precoz, medio y tardío) para varios parámetros de producción y valor nutritivo.

Cabe destacar que los resultados se obtienen en pequeñas parcelas experimentales, en condiciones óptimas de cuidados del cultivo, por lo que los rendimientos obtenidos son superiores a los que pueden obtenerse en una parcela real de cultivo de una explotación comercial. Por lo tanto, los datos de rendimiento sirven para comparar unas variedades con otras, pero no son aplicables para estimar la producción real de una explotación.

Con la publicación anual del díptico se difunden los resultados a los agricultores-ganaderos y/o a los técnicos de las cooperativas para que dispongan de la información necesaria



El ensayo de maíz forrajero en Galicia está listo para cosechar. Grano pastoso-vítreo, espatas que empiezan a amarillear y hojas y tallos que todavía permanecen verdes.

CUADRO II.

Media por mínimos cuadrados y valores máximos y mínimos de parámetros de producción y valor nutritivo en varios híbridos pertenecientes a tres grupos de maduración, evaluados durante dos o más años en Asturias.

Grupo maduración, media y rango de híbridos ensayados	DÍAS S-C (días)	ALTURA (cm)	ESPIGA (%MS)	RMS (t/ha)	DMO (%)	RMOD (t/ha)	PB (%MS)	IP
PRECOZ								
Media	131	280	55,8	17,9	74,3	12,8	6,9	105
Máximo	148	307	60,9	21,9	76,1	15,7	7,5	131
Mínimo	112	253	40,9	14,2	72,3	10,4	6,3	85
MEDIO								
Medias	140	288	54,6	18,7	75,2	13,6	7,0	111
Máximo	149	333	60,6	22,3	80,1	15,8	7,6	133
Mínimo	133	254	44,3	15,8	72,2	11,4	6,2	95
TARDÍO								
Medias	146	291	52,8	18,8	74,4	13,5	6,9	112
Máximo	156	335	59,2	20,3	78,6	14,9	7,3	121
Mínimo	136	236	43,2	17,0	71,4	12,3	6,5	101

Días S-C: días que transcurren entre la siembra y la cosecha; **altura**: altura total de la planta; **espiga**: porcentaje de la espiga sobre el rendimiento en materia seca; **RMS:** rendimiento de materia seca de la planta entera; **DMO:** digestibilidad in vitro de la materia orgánica; **RMOD:** rendimiento de materia orgánica digestible de la planta entera; **PB:** proteína bruta en porcentaje sobre el rendimiento en materia seca; y **IP:** índice productivo, que es el porcentaje del rendimiento en materia orgánica digestible de cada variedad sobre la media de los testigos.

para una buena elección de la variedad o variedades de maíz forrajero a sembrar en cada caso, en función de las condiciones de cada ganadero y cada siembra, con el objetivo final de mejorar la rentabilidad de sus explotaciones que con la intensificación de la producción dependen más de los cultivos forrajeros.

La variedad más adecuada en cada caso variará en función de la zona geográfica, de la fecha de siembra y de la fecha prevista de cosecha.

Experimentación en Asturias

Métodos

En Asturias, la evaluación de variedades (híbridos) comerciales de maíz forrajero se inició en 1996 y continúa de forma ininterrumpida hasta el presente. Se estudiaron 225 variedades pertenecientes a ciclos FAO 200, 300 y 400.

Se han seleccionado cuatro localidades representativas de las diferentes zonas edafoclimáticas de Asturias. La fertilización de fondo es 125, 150 y 250 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 y K_2O, respectivamente. El diseño experimental para cada localidad es de parcelas subdivididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en donde la parcela principal son los ciclos y la subparcela elemental las variedades. La subparcela tiene cuatro líneas de 7,5 m separadas 0,60 m. Se aplican al suelo tratamientos convencionales con herbicida, insecticida y molusquicida. La siembra inicial de la semilla es manual con 111.000 plantas ha^{-1} que después del aclareo, cuando las plántulas alcanzan unos 30 cm, queda en 90.000 y 75.000 plantas ha^{-1} en las zonas bajas y alta, respectivamente, aportando en ese momento un abonado de cobertera de 50 kg ha^{-1} de N.

Controles

Se efectúan posteriores controles de fecha de floración masculina y aparición de estigmas. La recolección se efectúa en estado medio de grano pastoso-vítreo (dos hileras centrales y descartando 0,5 m de cabecera y fondo en cada una de ellas). Se controla fecha de recolección, número de plantas totales, caídas, número y peso de mazorcas, y peso de follaje (en verde y en materia seca). Mezclados proporcionalmente, se muelen a 0,75 mm para análisis por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) de materia seca final, cenizas, fibra neutro detergente, almidón y digestibilidad neutro detergente-celulasa de la materia orgánica.

Análisis de resultados

Los resultados se contrastan mediante un modelo estadístico que debería incluir los factores de efecto fijo: zona, ciclo y variedad; más los de efecto aleatorio: año y bloque (zona). Desde un principio se decidió simplificarlo incluyendo sólo año, zona y variedad, calculando finalmente la mínima diferencia significativa al 5% para el efecto variedad. Los resultados se presentan en una lista principal (dos años o más de evaluación), provisional (sólo un año) y complementaria (obsoletas o de menor interés comercial).

El **cuadro II** expresa los resultados resumidos de los híbridos ensayados en Asturias durante dos o más años para parámetros de producción y valor nutritivo. Los rangos de estos parámetros en general son amplios, lo que indica la amplia variabilidad de los híbridos ensayados.

Recolección y pesada de ensayo de maíz en Navarra.

Muestra representativa de una variedad autóctona de Ponteareas (Pontevedra) conservada en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, que está siendo utilizada en un estudio sobre el cultivo ecológico del maíz.

Experimentación en Navarra

Métodos

Los ensayos se llevan realizando desde la creación de la Red de Ensayos de Maíz Forrajero en 2003. Los resultados anuales se difunden entre los ganaderos de Navarra a través de los servicios de asistencia técnica de ITG Ganadero y se publican en la página web de ITG Ganadero (www.itgganadero.com).

Dada la diversidad biogeográfica de Navarra, las variedades se ensayan en tres localidades, cada una representativa de un grupo de precocidad:

- Localidad Oskotz: ciclos FAO 200-300.
- Localidad Doneztebe: ciclos 400-500.
- Localidad Caderita: ciclos 600-700.

Los ensayos en las dos primeras localidades se realizan sin riego y en la tercera en regadío por inundación. El diseño experimental es bloques al azar con tres repeticiones. La parcela elemental es de 6,5 x 2,1 m^2 (tres líneas) en los ensayos de Oskotz y Doneztebe y de 10 x 2,8 m^2 (cuatro líneas) en Cadreita. Las prácticas de cultivo (laboreo, fertilización, biocidas) se diseñan para no ser limitantes y se adaptan las condiciones de cada localidad de ensayo. La densidad, después del aclareo, es 95.000 plantas ha^{-1} en las dos primeras localidades, y 85.000 plantas ha^{-1} en la tercera. Entre 2003 y 2009 se han testado un total de 87 variedades.

Controles

Durante el ciclo vegetativo se llevan a cabo en cada parcela elemental controles de nascencia, floración femenina, altura de planta y de inserción de mazorca, encamado, plagas y enfermedades.

En cosecha (línea de leche a 1/3-1/2 del ápice), los controles se realizan sobre la línea central de cada parcela elemental eliminando 1 metro lineal de cada cabecera y cosechando 3 metros de la misma. Se toman tres muestras (planta entera, mazorca y planta sin mazorca), se pesan en verde y se pican y homogeneizan en campo.

En el laboratorio Nasersa (Navarra) se analizan los parámetros de calidad (materia seca, cenizas, proteína bruta, almidón, fibra bruta y fibra neutro detergente). En el laboratorio Advanta seeds B.V (Países Bajos) se determinan, mediante NIR, la digestibilidad de la materia orgánica (dMO), la digestibilidad de tallos y hojas (DINAG) y la concentración energética (UFL/kg ms) según el método M4 propuesto por Andrieu y Aufrère (INRA 1996).

FIGURA 1.

Comparación de variedades de maíz forrajero en % sobre testigo. Ciclos FAO 600-700. Caderita 2009.

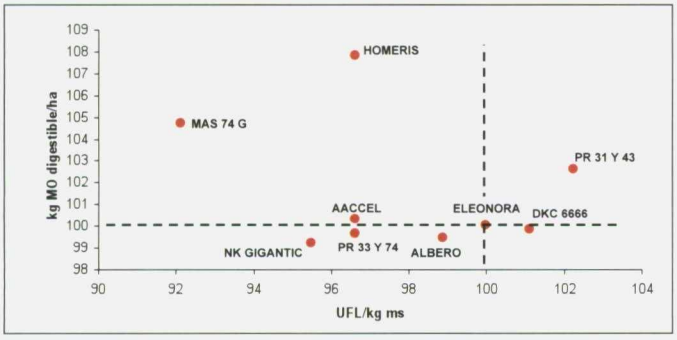
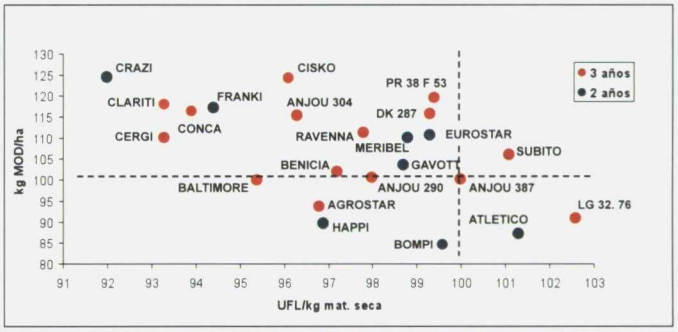


FIGURA 2.

Red de maíz forrajero de Navarra. Oskotz. Ciclos 200-300.



Variedades ensayadas 2-3 años (en % sobre testigo)

Análisis de resultados

Para el tratamiento estadístico de cada uno de los parámetros analizados se realiza un Anova utilizando el test de Duncan para la comparación de medias de las variedades.

El criterio seguido para la comparación de variedades es la combinación de parámetros de concentración energética en UFL/kg de materia seca y de producción de materia orgánica digestible (kg MOD/ha). Los datos se presentan gráficamente en forma relativa, con referencia a la variedad testigo de cada ensayo, que toma para cada parámetro el valor 100.

En la **figura 1** se presenta el ejemplo de los resultados en 2009 del ensayo del grupo de ciclos 600-700 en la localidad de Cadreita. Las variedades que mejor conjugan los dos criterios utilizados son las ubicadas en el cuartel superior derecho y las que peor lo hacen las situadas en el cuartel inferior izquierdo.

Así mismo se analizan anualmente los resultados obtenidos por las variedades ensayadas dos y tres años, utilizando los criterios de comparación indicados anteriormente. La **figura 2** presenta los resultados de las variedades de ciclos 200-300 ensayadas 2 y 3 años entre los años 2003 y 2009.

Mejora genética del maíz forrajero en Galicia

Los principales objetivos en la mejora genética del maíz forrajero son:

- Incrementar el rendimiento de la planta entera, con una buena relación de materia seca de la mazorca con respecto a la parte verde.
- Desarrollar variedades estables en diferentes ambientes con resistencia al encamado.
- Mejorar la calidad y el valor nutritivo de la planta entera.

Estrategias de selección dentro del programa de mejora

En los últimos años en el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) se han desarrollado poblaciones combinando líneas puras de material Corn Belt americano y subtropical del Centro Internacional de Mejora del Maíz y Trigo (Cimmyt), que aportan alta producción y resistencia al encamado, con material autóctono gallego que proporciona vigor temprano, precocidad y adaptación al medio.

El **cuadro III** muestra algunas características agronómicas, de calidad nutritiva y producción de híbridos experimentales desarrollados en el CIAM a partir de líneas puras cuyo origen es material subtropical y americano, cruzadas por la línea pura EC49A de origen gallego.

CUADRO III.

Producción y otras características de los diez mejores cruzamientos entre líneas obtenidas en el CIAM, comparados con los híbridos comerciales testigos. Valores de nutrición estimados por NIRS.

Cruces de líneas puras	PMS	ENC	MS	VTE	dFEM	PB	DMO	ALM	Índice de selección*
EC332A x EC49A	18,93	0,00	33,9	3,8	80	6,6	69,0	35,0	116,9
EC323C x EC49A	17,83	0,75	29,4	3,9	78	6,6	68,4	27,3	109,1
EC325A x EC49A	17,61	0,00	33,0	4,2	78	6,9	68,3	33,0	107,5
EC323D x EC49A	17,79	0,96	31,4	4,3	80	6,6	68,1	29,5	108,4
EC328 x EC49A	18,03	1,77	31,3	3,8	80	6,6	67,4	29,4	108,7
EC333 x EC49A	18,55	0,42	32,4	4,6	79	6,2	64,4	30,9	106,9
EC322A x EC49A	17,30	1,57	31,9	3,9	79	6,6	67,6	32,4	104,7
EC324A x EC49A	17,41	0,40	33,3	4,1	78	6,3	66,3	33,4	103,2
EC324B x EC49A	17,14	0,00	35,7	4,3	78	6,5	67,1	35,0	102,9
EC332B x EC49A	16,33	0,78	38,7	4,2	79	6,6	68,6	40,0	100,3
Media cruces	**17,7**	**0,67**	**33,1**	**4,1**	**78,9**	**6,5**	**67,6**	**32,6**	**106,8**
Media híbridos comerciales	**16,3**	**0,0**	**34,9**	**4,4**	**77,8**	**6,8**	**68,7**	**35,9**	**100,0**

*Calculado sobre la media de los híbridos comerciales con valor de 100. **PMS:** producción de materia seca (t/ha); **ENC:** encamado (%); **MS:** contenido de materia seca (%). **VTE:** vigor temprano; **dFEM:** días transcurridos desde la siembra hasta le floración femenina. **PB:** proteína bruta; **DMO:** digestibilidad de la materia orgánica in vitro; **ALM:** almidón.

CUADRO IV.

Valores medios de variedades locales de maíz y híbridos testigos para la producción forrajera y características agronómicas y nutricionales, en tres tipos de laboreo.

Población local/Híbrido	VTE	%MAZ	%PV	ENC	MS	RMS	PB	DMO	ALM
Ayala	4,9	34,0	66,1	3,1	34,7	12,4	5,0	68,5	33,5
Lagarin	4,0	37,8	62,2	0,7	37,8	13,6	4,7	69,0	35,8
Mondoñedo	4,1	26,4	73,6	1,9	33,2	12,5	5,4	67,9	29,0
SG1	4,3	37,0	63,1	2,3	38,1	13,1	5,4	69,3	36,2
Oia	3,8	34,7	65,3	2,1	36,4	14,3	4,9	68,1	34,2
Mondariz	3,9	35,3	64,7	1,4	35,5	13,6	4,8	67,3	31,8
Lira	4,0	38,8	61,2	1,5	39,5	12,3	5,1	68,2	37,1
SG2	4,2	34,5	65,5	1,7	35,1	12,9	5,1	66,0	31,5
Covelo	3,6	37,0	63,0	1,2	36,4	12,5	5,3	69,0	32,4
Ribadumia	4,1	26,3	73,7	1,3	33,4	11,5	5,5	67,5	28,6
Ponteareas X EC49A	4,0	31,9	68,1	3,3	35,8	14,0	4,9	67,6	31,0
Ribadumia X EC49A	3,4	34,0	66,0	2,5	36,5	14,1	5,1	69,3	34,0
Ataún	4,3	30,0	70,0	0,9	32,3	12,6	5,3	68,8	28,0
Media poblaciones	**4,1**	**33,7**	**66,3**	**1,8**	**35,8**	**13,0**	**5,1**	**68,2**	**32,6**
Media híbridos testigos	**3,9**	**33,6**	**66,4**	**2,0**	**37,0**	**13,6**	**5,1**	**68,3**	**34,3**

VTE: vigor temprano; **%MAZ** y **%PV:** porcentaje de mazorca y parte verde respecto a la planta entera; **ENC:** encamado (%); **MS:** contenido de materia seca (%); **RMS:** rendimiento de materia seca (t/ha); **PB:** proteína bruta; **DMO:** digestibilidad de la materia orgánica in vitro; **ALM:** almidón. Los caracteres de nutrición en % y estimados en la planta entera mediante NIRS.

Variedades locales de maíz

Las variedades locales son una fuente potencial para la mejora del valor nutritivo, la resistencia a enfermedades, al frío o la sequía, mediante la incorporación de genes favorables en los programas de mejora genética del maíz. Además hoy día se están utilizando variedades locales de maíz para el cultivo ecológico. El **cuadro IV** muestra el potencial de algunas variedades locales en comparación

Vista general de un ensayo de híbridos de maíz en Navarra.

Líneas puras de maíz del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, en la época de la polinización. Estas líneas puras proceden de poblaciones locales y sirven como parentales para la obtención de híbridos.

CUADRO V.

Valores medios de los parámetros (§) de calidad nutritiva de maíz forrajero estimados en planta entera por NIRS en 16 genotipos (variedades locales e híbridos) para diferentes sistemas de producción.

Sistemas de producción	MO %	PB %	FND %	FAD %	HCEL %	LIG %	CEL %	DMO %	CSA %	CNET %	ALM %
SC	96,3	6,0	48,1	24,3	23	2,2	23,1	69,2	8,8	38,8	30,9
SE-PC	96,8	4,9	45,7	23,2	23	2,2	22,8	67,7	9,7	44,8	36,1
SE-PV	96,4	4,4	48,0	25,1	23	2,4	24,1	67,7	11,7	42,4	31,6

SC: Sistema convencional; **SE-PC:** sistema ecológico fertilizado con purín de cerdo; **SE-PV:** sistema ecológico fertilizado con purín de vacuno. § **MO:** materia orgánica; **PB:** proteína bruta; **FAD:** fibra ácido detergente; **FND:** fibra neutro detergente; **HCEL:** hemicelulosa; **LIG:** lignina; **CEL:** celulosa; **DMO:** digestibilidad de la materia orgánica; **CSA:** carbohidratos solubles en agua; **CNET:** carbohidratos no estructurales; **ALM:** almidón.

con híbridos comerciales para algunos caracteres de producción y valor nutritivo.

Evaluación de la calidad nutritiva del maíz por NIRS

Una variedad de maíz con buena aptitud forrajera debe producir altos rendimientos de materia seca con alto contenido de energía. La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) está asociada al valor energético del maíz forrajero, que es el principal factor limitante del valor nutritivo de los forrajes en las zonas templadas. La técnica NIRS ha sido recomendada como un método adecuado para evaluar los caracteres de calidad en los análisis rutinarios de maíz. En los últimos años se han desarrollado en el CIAM ecuaciones mediante esta técnica para estimar los principales parámetros nutricionales en el maíz forrajero.

En el **cuadro V** se muestran las medias del valor nutritivo de once parámetros sobre dieciséis genotipos evaluados en tres sistemas de producción, incluyendo dos sistemas ecológicos.