



Red de evaluación de variedades de maíz para forraje: resultados de los ensayos en Navarra en 2017

Este artículo recoge los resultados y conclusiones obtenidos en los ensayos de producción y calidad de variedades de maíz forrajero en 2017 en Navarra, agrupados por ciclos de precocidad. Así mismo, se presenta la evolución de las producciones medias obtenidas en los últimos 15 años.

Jesús M. ^a Mangado Urdániz. INTIA, Navarra

El maíz es una planta que tradicionalmente se cultivó para la obtención de grano por sus múltiples aplicaciones tanto en alimentación humana y animal como en procesos industriales. Por eso, todos los esfuerzos en investigación y desarrollo del cultivo y en mejora genética de la planta fueron encaminados al incremento de su productividad y a la mejora de aquellas características de calidad del grano que lo hacen casi imprescindible en sus aplicaciones.

Además, desde mediados del siglo pasado se comenzó a dar importancia a la opción de utilizar la totalidad de la planta (parte vegetativa y mazorca) en un estado inmaduro de su desarrollo para la alimentación de rumiantes. Esta opción productiva se fue afianzando con el tiempo conforme se fueron mejorando tanto las técnicas de cultivo como las de recolección y de conservación del forraje, siendo en la actualidad una materia prima de uso generalizado en el racionamiento de los rumiantes domésticos.

Las empresas obtentoras recomiendan para la producción de forraje las variedades de maíz de mayor desarrollo de su parte vegetativa y de mayor estabilidad en el estado verde de las hojas (*stay green*). La información sobre parámetros de calidad y valor nutritivo del forraje de planta entera (que tiene una composición heterogénea y un comportamiento nutritivo complejo) es escasa y no existen registros de variedades de maíz orientadas hacia la producción de forraje. Por eso, lo que hacen los agricultores y ganaderos para obtener forraje de maíz es utilizar variedades orientadas a la producción de grano cosechando ("picando") la planta entera en un estado inmaduro en su desarrollo fenológico.

ORIGEN Y OBJETIVOS

En 2002 varios centros de investigación agraria que desarrollan su actividad en el norte de España, desde Galicia hasta Cataluña, constituyeron la Red de evaluación de variedades de maíz para forraje, con el objetivo de aportar conocimiento sobre las aptitudes de las nuevas variedades de maíz para el uso de la planta entera como forraje en alimentación animal. Dentro de esta red llevan a cabo anualmente ensayos de variedades de maíz adaptadas a las condiciones ecológicas de cada comunidad autónoma, replicados con igual diseño en todas aquellas que tuvieran similares condiciones, con un protocolo de ensayo común y con los mismos criterios de evaluación. De esta forma, con el paso del tiempo, se va acumulando información válida para agricultores y ganaderos sobre las variedades de mejor rendimiento y la adaptación a las condiciones edafoclimáticas y de manejo de cada explotación.

ENSAYOS EN NAVARRA EN 2017

Las variedades de maíz se definen por su ciclo vegetativo (ciclo FAO), que se corresponde con la integral térmica (IT) entre la nascencia y el estado llamado de madurez fisiológica del grano. Para el cálculo de la IT, se consideran 6 °C como el cero vegetativo y 30 °C, como el umbral superior de vegetabilidad de la planta. Su expresión matemática es: $IT \text{ (grados-día)} = \sum [(t_{\text{max}}^a + t_{\text{min}}^a)/2] - 6$, donde t_{max}^a es la temperatura máxima diaria si no supera los 30 °C, y toma ese valor si lo supera, y t_{min}^a es la temperatura mínima diaria.



El estado de madurez fisiológica se reconoce por la desaparición de la línea de leche en el grano y la aparición de un punto negro en la inserción del grano sobre el zuro. En ese momento se alcanza el máximo peso seco del grano y el máximo valor nutritivo. El contenido en humedad del grano oscila entre 30 y 35 % (60-65 % de materia seca).

La correspondencia entre la IT y los ciclos FAO habituales es:

Maíz. Correspondencia entre ciclos e integral térmica	
Ciclo FAO	IT (grados-día) para madurez fisiológica
< 300	< 1.825
300 - 400	1.825-2.000
500 - 600	2.000-2.125
700 - 800	2.125-2.225

GENUCE

Navarra se caracteriza por una gran diversidad biogeográfica, con situaciones que permiten cultivar cualquiera de los ciclos vegetativos de maíz. Por eso, las variedades que se estudian se agrupan en tres grupos de ciclos. Las características de las localidades de ensayo y del manejo del cultivo son:

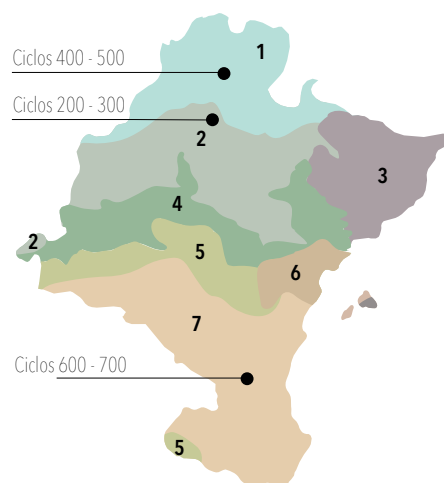
Ensayos de maíz forrajero en Navarra. Localidad, características y manejo			
Grupo de ciclos	Localidad	Biogeografía	Manejo
200-300	Oskotz	Atlántico. Vertiente mediterránea	Secano
400-500	Doneztebe	Atlántico. Vertiente cantábrica	Secano
600-700	Cadreita	Mediterráneo	Regadío

En la figura 1 se presenta la localización de los ensayos y el área biogeográfica donde se encuentran. ►►

Figura 1. Localización de los ensayos de maíz forraje en Navarra

Biogeografía navarra

- 1 Sector cántabro vascónico; distrito vascónico oriental
- 2 Sector cántabro vascónico; distrito navarro-alavés
- 3 Sector pirenaico central
- 4 Sector prepirenaico
- 5 Sector riojano
- 6 Sector somontano
- 7 Sector bardenero-montegrino



Loidi & Báscones, 2006 (modificado)



**VARIEDADES DESDE
CICLOS 200 A 700**



mi cosecha

LA MEJOR GENÉTICA PARA UN GRAN RESULTADO

VARIEDAD
CHAMBERI
 El 280 más productivo

Análíticas CIAM 2017

DÍAS S-C (días)	ALTURA (cm)	ESPIGA (%MS)	RMS (t/ha)	RMOD IP (t/ha)	DMO (%)	PB (%MS)	DIGESTIBILIDAD (%)
125	270	49,5	23,9	16,7	120	6,8	73



Agroeume S.L.

LUGAR VILARÓN, 7 - 15613 CAPELA (A CORUÑA)
 Tlf: 981 45 92 00 - 609 89 29 40 compras@agromera.com

► DENTRO DE ESTA RED LLEVAN A CABO ANUALMENTE ENSAYOS DE VARIEDADES DE MAÍZ ADAPTADAS A LAS CONDICIONES ECOLÓGICAS DE CADA COMUNIDAD AUTÓNOMA CON UN PROTOCOLO DE ENSAYO COMÚN

Los itinerarios de cultivo son:

Estercolado: en los ensayos del área atlántica se echan 25 t/ha de abono de vacuno previamente a la siembra y se incorporan con las labores de preparación de la cama de la siembra. En el área mediterránea no se hace aportación orgánica.

Insecticida: en los ensayos del área atlántica se hacen tratamientos de insecticida en la línea de la siembra para el control del gusano gris y del gusano de alambre.

Herbicida: en el área atlántica, metolaclo 31,25 % p/v + terbutilazina 18,75 % p/v en preemergencia y 4 l/ha de producto comercial por tratarse de suelos con alto contenido en materia orgánica. En el área mediterránea, mesotriona 4 % p/v + metolaclo 40 % p/v en preemergencia, 3,5 l/ha de producto comercial y fluroxipir 20 % p/v, en estado de 8-10 hojas, y 0,75 l/ha de producto comercial. El control de malas hierbas fue satisfactorio en todos los casos.

Siembra: 95.000 granos/ha (golpes cada 15 cm, interlineado 70 cm).

Abonado: en el área atlántica, 60 unidades fertilizantes (UF) N-P-K/ha en presiembra y 60 kg N/ha en la línea, en estado de 8 hojas. En el área mediterránea, (45 UFN + 115 UFP + 150 UFK)/ha en presiembra y 180 kg N/ha, en 8-10 hojas.

Riego: en el área atlántica, sin riego. En el área mediterránea, aspersión, 5 riegos/semana en el período de cultivo. Dosis total 6.500 m³/ha.

Los períodos de cultivo fueron:

Ciclos	Siembra	Cosecha	Días	IT (°C)
200-300	22 mayo	15 septiembre	116	1.423
400-500	16 mayo	27 septiembre	134	1.813
600-700	4 mayo	20 septiembre	139	2.093

GRUPO DE CICLOS 200-300

Las variedades ensayadas en este grupo de ciclos en 2017 fueron:

Variedad	Obtendor	Año de ensayo
LG 30.369	Limagrain	Testigo
ANJOU 387	Limagrain	11.º
ROBERI	Caussade	3.º
CODIGREEN	Caussade	3.º
METRONOM	Euralis	3.º
ASSIST	Fitó	3.º
KOMPETENS	KWS	3.º
SIMPÁTICO	KWS	2.º
DADIDOR	Battle	2.º
CHAMBERÍ	Caussade	2.º
MISTERI	Caussade	1.º
FORMAT	Fitó	1.º
LIVORNO	Fitó	1.º
P 9400	Pioneer	1.º
P 9911	Pioneer	1.º
GIBRA	Syngenta	1.º
LG 31.295	Limagrain	1.º

El período de cultivo se caracterizó por unas temperaturas normales y una precipitación total de 215 mm con una distribución uniforme, lo que hizo que el cultivo no acusara estrés hídrico en ninguna de sus fases de desarrollo.

En la tabla 1 se presentan algunos de los resultados obtenidos.

La producción media es alta. Las variedades P 9911, Metronom, Chamberí, P 9400, Roberi y Livorno alcanzan una producción significativamente superior a las variedades Anjou 387 y Dadidor.

El contenido medio en materia seca en cosecha es correcto, con un margen entre variedades muy amplio. Las variedades Assist y Kompetens superan el ámbito deseable (30-35 % de materia seca) y las variedades Roberi, Anjou 387, P 9911, Gibra, Chamberí, Livorno, LG 30.369, Dadidor y Misteri no lo alcanzan.

La aportación media de la mazorca a la producción final es razonable. La variedad de mayor aportación es Kompetens, significativamente superior a las variedades LG 31.295, P 9911, Roberi y Gibra.

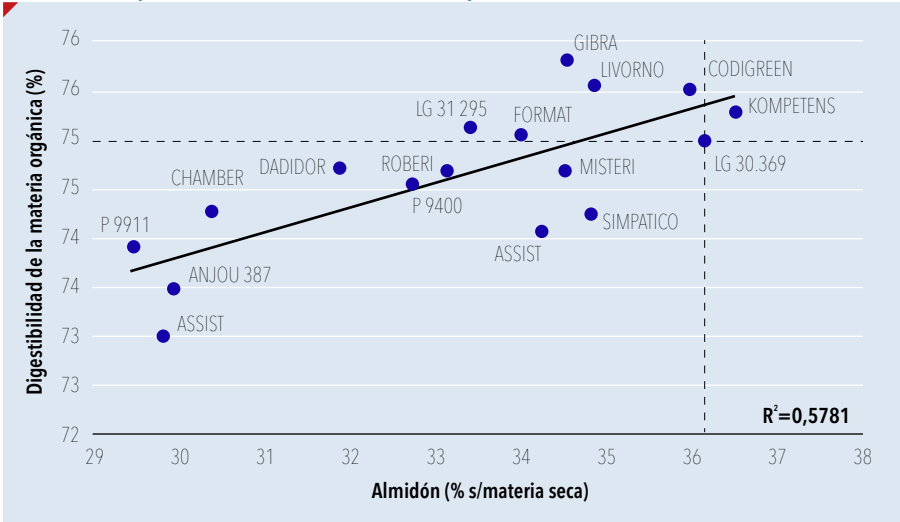
El contenido medio en proteína bruta es alto. Las variedades de mayor contenido son Livorno y Anjou 387, con contenidos significativamente superiores a Assist y Metronom. ►►

Tabla 1. Resultados de los ensayos de maíz forraje. Ciclos 200-300. Oskotz 2017

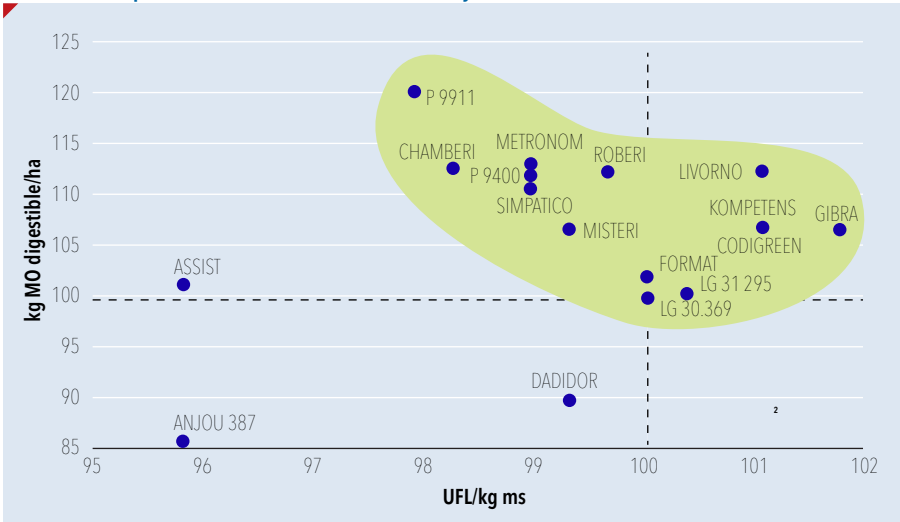
Variedad	Producción (kg ms/ha)	Materia seca (%)	Aportación mazorca (%)	Proteína bruta (% sms)
ANJOU 387	16.609 a	27,0 ab	54,4 bc	8,60 cd
DADIDOR	16.987 ab	29,2 abc	52,3 bc	7,92 abc
LG 30.369	18.776 abc	29,0 abc	53,9 bc	7,80 abc
LG 31.295	18.784 abc	31,0 cde	36,7 a	8,10 abcd
FORMAT	19.187 abcd	32,9 def	55,8 bc	8,18 abcd
ASSIST	19.579 abcd	37,1 h	55,1 bc	7,52 a
GIBRA	19.774 abcd	27,9 abc	47,9 ab	8,45 bcd
KOMPETENS	19.969 abcd	36,3 gh	62,8 c	7,78 abc
CODIGREEN	19.999 abcd	33,3 efg	55,9 bc	8,53 bcd
MISTERI	20.230 abcd	29,7 abcd	53,8 bc	8,10 abcd
SIMPÁTICO	20.967 bcd	34,3 fgh	55,6 bc	7,77 abc
LIVORNO	21.103 cd	28,9 abc	52,4 bc	8,79 d
ROBERI	21.172 cd	26,5 a	45,4 ab	7,85 abc
P 9400	21.225 cd	30,4 bcde	53,1 bc	7,97 abc
CHAMBERÍ	21.449 cd	28,8 abc	51,7 bc	7,96 abc
METRONOM	21.510 cd	35,2 fgh	55,4 bc	7,71 ab
P 9911	23.019 d	27,8 abc	43,9 ab	7,91 abc
Media	20.020	30,9	52,1	8,05

En cada columna los valores seguidos por distinta letra difieren significativamente (p<0,05) Duncan
Análisis: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Gráfica 1. Comparación de variedades de maíz forrajero. Ciclos 200-300. Oskotz 2017



Gráfica 2. Comparación de variedades de maíz forrajero. Ciclos 200-300. Oskotz 2017



En la gráfica 1 se ordenan las variedades en función de los valores absolutos de su contenido en almidón y de la digestibilidad de la materia orgánica (calculada en función de la materia seca, la materia orgánica, la proteína bruta y la fibra bruta, utilizando el programa Prèv Alim 3.3 de INRATON) respecto a los valores alcanzados por la variedad testigo. Se observa que se da una correlación directa razonable

entre ambos criterios y que solamente la variedad Kompetens (y prácticamente la variedad Codigreen) supera a la variedad testigo.

En la gráfica 2 se ordenan las variedades en función de la concentración energética (energía neta de un alimento para rumiantes en UFL/kg ms, calculada utilizando el programa Prèv Alim 3.3 de INRATON) y de la producción de materia orgánica digestible (producción vegetal eficiente de un alimento para el ganado) en datos relativos respecto a la variedad testigo, que se toma como base 100. Las variedades que mejor conjugan ambos criterios son las sombreadas en verde.

GRUPO DE CICLOS 400-500

Las variedades ensayadas en este grupo de ciclos en 2017 fueron:

Variedad	Obtentor	Año de ensayo
MAGGI	Caussade	Testigo
LG 30.444	Limagrain	3.º
KONFITES	KWS	3.º
ATLAS	Fitó	2.º
ES ZOOM	Euralis	2.º
MEGASIL	Battle	2.º
VENTURO	Caussade	2.º
ALCUDIA	Fitó	1.º
TEMUCO	Fitó	1.º
KENOBIS	KWS	1.º
P 0640	Pioneer	1.º
SY HELIUM	Syngenta	1.º
MAS 54.H	Maïsadour	1.º

El periodo de cultivo se caracterizó por unas temperaturas normales y una precipitación total de 420 mm con una distribución uniforme, lo que hizo que el cultivo no acusara estrés hídrico en ninguna de sus fases de desarrollo.

En la tabla 2 se presentan algunos de los resultados obtenidos.

Tabla 2. Resultados de los ensayos de maíz forraje. Ciclos 400-500. Doneztebe 2017

Variedad	Producción kg ms/ha	Materia seca %	Aportación mazorca %	Proteína bruta % sms
MEGASIL	20.494 a	40,8 e	57,8 abc	7,0 a
KONFITES	22.457 ab	34,5 abc	57,8 abc	7,9 bcd
ATLAS	22.462 ab	35,1 bc	59,9 bcde	7,7 abc
LG 30.444	23.516 ab	38,9 de	62,2 e	7,5 abc
VENTURO	24.238 ab	32,8 ab	56,9 ab	7,4 abc
MAGGI	24.325 ab	32,1 ab	59,1 bcde	8,1 cd
TEMUCO	24.760 ab	31,1 a	54,7 a	7,5 abc
ALCUDIA	24.880 ab	35,2 bc	61,5 de	7,7 abc
ZOOM	24.988 ab	35,5 bcd	57,3 abc	7,0 a
KENOBIS	25.160 ab	37,5 cde	60,5 cde	8,0 bcd
HELIUM	26.321 bc	30,8 a	58,0 abcd	8,6 d
MAS 54 H	26.519 bc	32,6 ab	58,5 bcd	7,2 ab
P 0640	29.952 c	33,0 ab	60,9 cde	7,2 ab
Media	24.621	34,6	58,9	7,6

En cada columna los valores seguidos por distinta letra difieren significativamente (p<0,05) Duncan
Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

► EL ESTADO DE MADUREZ FISIOLÓGICA SE RECONOCE POR LA DESAPARICIÓN DE LA LÍNEA DE LECHE EN EL GRANO Y LA APARICIÓN DE UN PUNTO NEGRO EN LA INSERCIÓN DEL GRANO SOBRE EL CAROZO

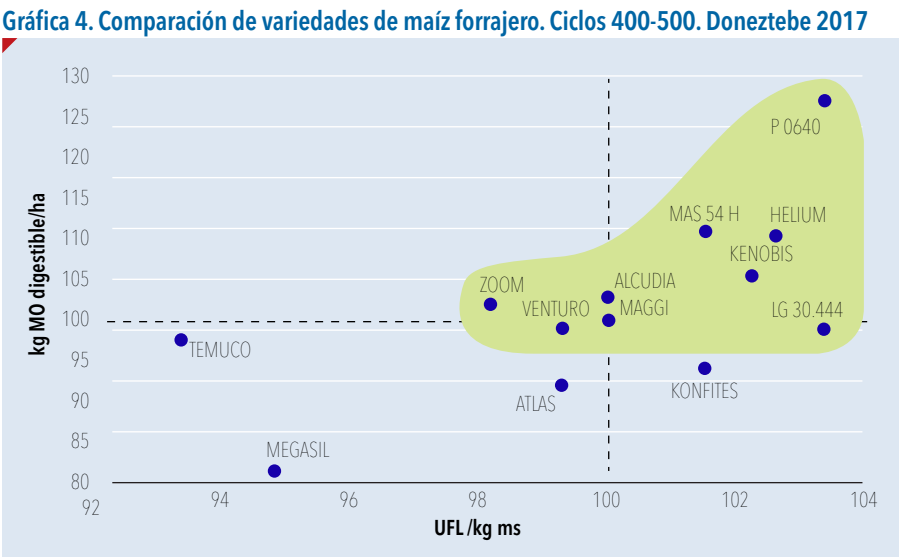
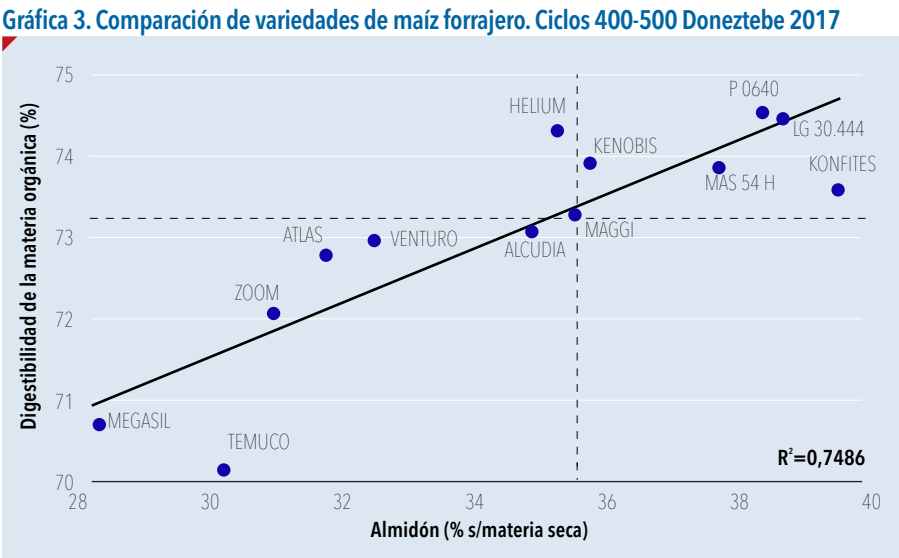
La producción media es alta, las variedades P 0640, Mas 54 H y Helium alcanzan una producción significativamente superior a la variedad Megasil.

El contenido medio en materia seca en cosecha es correcto, con un margen entre variedades amplio. Las variedades Megasil, LG 30.444 y Kenobis superan el ámbito deseable y alcanzan unos valores significativamente superiores a las variedades Helium, Temuco, Maggi, Mas 54 H, Venturo y P 0640.

La aportación media de la mazorca a la producción final es elevada. Las variedades LG 30.444, Alcudia, P 0640 y Kenobis superan el 60 % y alcanzan valores significativamente superiores a las variedades Temuco y Venturo.

El contenido medio en proteína bruta es medio. Las variedades de mayor contenido son Helium, Maggi, Kenobis y Konfites, con contenidos significativamente superiores a Megasil y Zoom.

En la gráfica 3 se ordenan las variedades en función de los valores absolutos de su contenido en almidón y de la digestibilidad de la materia orgánica con los mismos criterios que en el grupo de ciclos 200-300. Se observa una buena correlación directa entre ambos criterios. Las variedades P 0640, LG 30.444, Konfites, Mas 54 H y Kenobis (y prácticamente la variedad Helium) superan a la variedad testigo.



En la gráfica 4 se ordenan las variedades en función de la concentración energética y de la producción de materia orgánica digestible con los mismos criterios que en el grupo de ciclos 200-300. Las variedades que mejor conjugan ambos criterios son las sombreadas en verde. ►►

GRUPO DE CICLOS 600-700
Las variedades ensayadas en este grupo de ciclos en 2017 fueron:

Variedad	Obtentor	Año de ensayo
DKC 6903	Monsanto	Testigo
LG 30.709	Limagrain	3.º
FONDARI	Caussade	2.º
RESERVE	Syngenta	2.º
ELIOSO	Batlle	2.º
LG 30.681	Limagrain	1.º
ARMANDI	Euralis	1.º
KELINDOS	KWS	1.º
KONTIGOS	KWS	1.º
P 1570	Pioneer	1.º
SY HIDRO	Syngenta	1.º
ANTEX	Syngenta	1.º

Tabla 3. Resultados de los ensayos de maíz forraje. Ciclos 600-700. Cadreita 2017

Variedad	Producción kg ms/ha	Materia seca %	Aportación mazorca %	Proteína bruta % sms
P 1570	22.055 a	37,1 ab	60,1 bc	6,6 a
LG 30.709	29.708 b	38,5 ab	56,7 abc	6,8 a
ELIOSO	29.788 b	38,2 ab	61,5 c	7,0 a
HYDRO	31.070 b	37,9 ab	59,4 bc	6,8 a
FONDARI	31.253 b	40,7 b	57,8 bc	6,4 a
LG 30.681	31.455 b	38,4 ab	59,5 bc	6,4 a
KONTIGOS	31.576 b	37,9 ab	58,9 bc	6,5 a
ANTEX	31.802 b	37,2 ab	57,5 bc	6,7 a
ARMANDI	32.074 b	38,6 ab	58,3 bc	6,6 a
KELINDOS	33.792 b	34,7 a	58,4 bc	6,9 a
DKC 6903	35.122 b	37,9 ab	51,6 a	6,6 a
RESERVE	36.847 b	37,8 ab	54,7 ab	6,4 a
Media	31.379	37,9	57,8	6,6

En cada columna los valores seguidos por distinta letra difieren significativamente ($p<0,05$) Duncan
Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

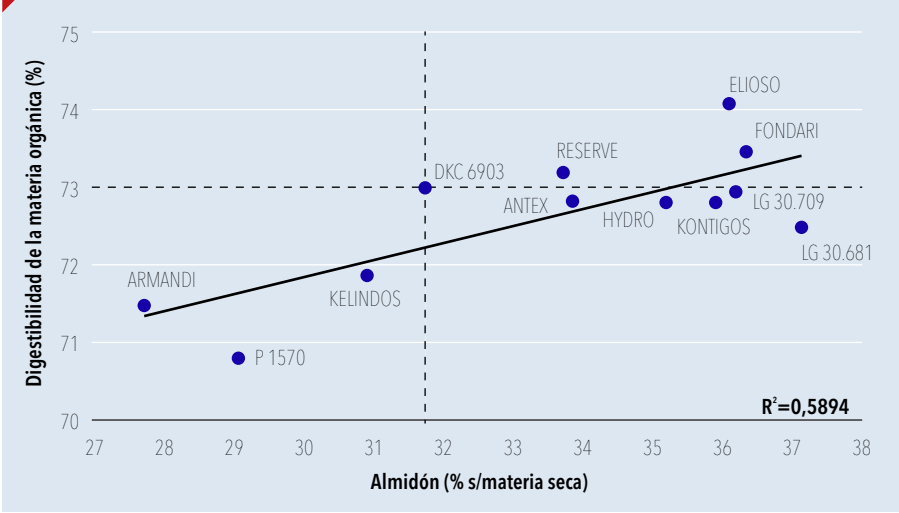
El periodo de cultivo se caracterizó por unas temperaturas normales. El cultivo se manejó en regadío por aspersión, por lo que no acusó estrés hídrico en ninguna de sus fases de desarrollo.

En la tabla 3 se presentan algunos de los resultados obtenidos.

La producción media es muy alta, la variedad P 1570 es la de menor producción, significativamente inferior al resto de las variedades estudiadas.

Por diversas circunstancias se retrasó una semana la fecha de control de cosecha, por lo que el contenido medio en materia seca es elevado, por encima del máximo deseable. La variedad Kelindos es la única que presenta un valor dentro del ámbito deseable y es significativamente inferior a la variedad Fondari.

Gráfica 5. Comparación de variedades de maíz forrajero. Ciclos 600-700. Cadreita 2017



La aportación media de la mazorca a la producción final es elevada. La variedad Elio so es la que alcanza el mayor valor, significativamente superior a las variedades DKC 6903 y Reserve.

El contenido medio en proteína bruta es bajo y no se encuentran diferencias entre las variedades estudiadas.

En la gráfica 5 se ordenan las variedades en función de los valores absolutos de su contenido en almidón y de la digestibilidad de la materia orgánica con los mismos criterios que en los grupos anteriores. Se observa una correlación directa razonable entre ambos criterios. Las variedades Elio so, Fondari y Reserve (y prácticamente las variedades LG 30.681, LG 30.709, Kontigos, Hydro y Antex) superan a la variedad testigo. ➡

► DE ESTA FORMA, CON EL PASO DEL TIEMPO, SE VA ACUMULANDO INFORMACIÓN VÁLIDA PARA AGRICULTORES Y GANADEROS SOBRE LAS VARIEDADES DE MEJOR RENDIMIENTO

En la gráfica 6 se ordenan las variedades en función de la concentración energética y de la producción de materia orgánica digestible con los mismos criterios que en los grupos anteriores. Las variedades que mejor conjugan ambos criterios son las sombreadas en verde.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

Los ensayos de evaluación de variedades de maíz para forraje en Navarra se mantienen, de forma ininterrumpida, desde 2003 para los tres grupos de ciclos descritos. El número de ensayos y de variedades estudiadas se presentan en la tabla 4.

En la gráfica 7 se presenta la evolución de las producciones medias obtenidas en estos ensayos a lo largo de los últimos 15 años desagregada por grupos de ciclos.

Las producciones medias obtenidas en este período fueron:

- Ciclos 200-300, 15.370 kg ms/ha
- Ciclos 400-500, 17.080 kg ms/ha
- Ciclos 600-700, 20.200 kg ms/ha

Gráfica 6. Comparación de variedades de maíz forrajero. Ciclos 600-700. Cadreita 2017

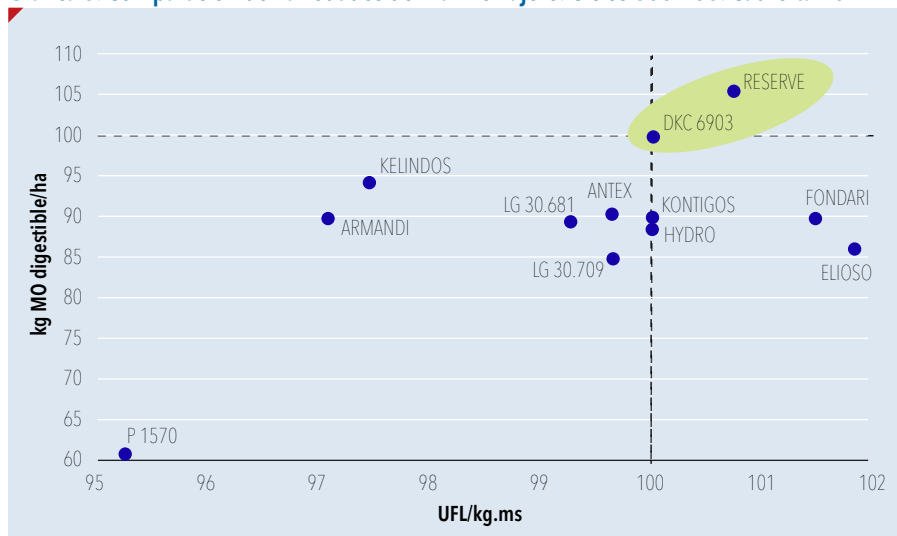
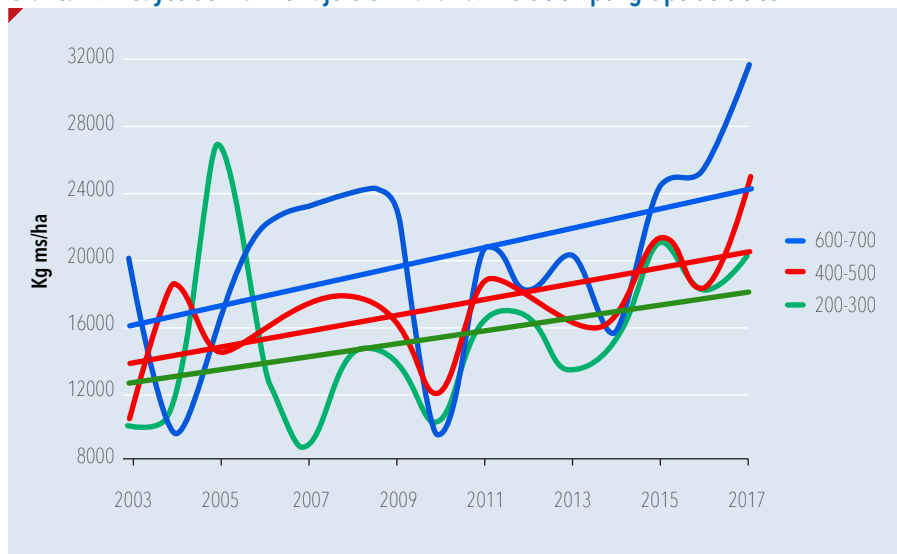


Tabla 4. Ensayos y variedades de maíz forrajero estudiados en Navarra (2003-2017)

		Ciclos 200-300	Ciclos 400-500	Ciclos 600-700	TOTAL
N.º de variedades	3 años	41	31	29	101
	2 años	13	6	10	29
	1 año	22	8	22	52
N.º de ensayos		171	113	129	413

Gráfica 7. Ensayos de maíz forrajero en Navarra. Evolución por grupo de ciclos



El manejo agronómico no se alteró en estos años pero las producciones medias presentan un perfil típico en "dientes de sierra" a consecuencia de su dependencia de factores climáticos.

El analizar las tendencias de la producción en este período puede ser una aproximación al avance conseguido por la mejora genética y por la presión de selección que ejercen las empresas

obtentoras para la obtención de nuevas variedades. Se observa que en todos los grupos de ciclos la tendencia es ascendente con avances de:

- Ciclos 200-300, incremento de 380 kg ms/ha*año
- Ciclos 400-500, incremento de 480 kg ms/ha*año
- Ciclos 600-700, incremento de 580 kg ms/ha*año. ■