

GRUPO PARA LA EVALUACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE CULTIVOS EXTENSIVOS EN ESPAÑA

Grupo para Evaluación de Nuevas Variedades de Cereales en España



**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LAS NUEVAS VARIEDADES
CONVENCIONALES Y TRANSGÉNICAS DE MAÍZ PARA GRANO
DE CICLOS FAO 700, 600, 500 y 400 EN ESPAÑA.**

**RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE
MAÍZ PARA GRANO EN LA CAMPAÑA 2017.**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LAS NUEVAS VARIEDADES CONVENCIONALES Y TRANSGÉNICAS DE MAÍZ PARA GRANO DE CICLOS FAO 700, 600, 500 y 400 EN ESPAÑA.

RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE MAÍZ PARA GRANO EN LA CAMPAÑA 2017.

1.- INTRODUCCIÓN.

En esta publicación se presentan los resultados de la producción y de otros parámetros agronómicos de todas las variedades de maíz ensayadas en el marco del **Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cultivos Extensivos en España** (GENVCE) – **Grupo maíz grano**, durante el año 2017.

El objetivo de este Grupo es evaluar la adaptación de las nuevas variedades de maíz en España y de forma particular a cada una de las zonas productoras.

2.- MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1.- Variedades.

Durante la campaña 2017 se han estudiado híbridos convencionales de ciclos 700, 600, 500 y 400 y transgénicos de ciclos 700, 600 y 500. En la Tabla 1 se pueden observar las variedades que se han ensayado, tanto las convencionales como las transgénicas.

Tabla 1.- Variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante la campaña 2017.

CICLO 700	CICLO 600	CICLO 400-500
68.K	CHARLESTON	CAPUZI
69YG *	DKC6442	DEBUSSY
ANTEX	KONTIGOS	KENOBIS
IXABEL	LG 30.707 YG *	KLIMT YG *
KEFIEROS	MILOXAN YG *	LG30498
KERIDOS	SY JULLEN	MAS 53.R
LG30.601 YG *	SY ZOAN	MAS 54H
MAS 75.A		MAS 55.N
NYSTAR YG *		MEXINI
P1524		P0933
P1570		P0933Y
P1570Y *		P0937
P1574Y *		RGT CORUXO
P1921Y *	<u>TESTIGOS</u>	RGT LEXXTOUR
P2105	PR32W86 (T)	RGT REFLEXION
RESERVE	PR33Y72 (T) *	SY GIBRA
SY HYDRO	PR33Y74 (T)	SY HELIUM
<u>TESTIGOS</u>		<u>TESTIGOS</u>
DKC6667YG (T) *		DKC5542 (T)
LG30.681 (T)		LG 34.90 (T)
P1921 (T)		P1114 (T)
PR32W86 (T)		

* Variedades transgénicas

Durante el año 2017 se han testado un total de 41 variedades distintas, así como nueve testigos (DKC5552, DKC6667YG, LG30.681, LG 34.90, P1114, P1921, PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74). De entre las nuevas variedades, 17 corresponden a ciclo 700, 7 a ciclo 600, 11 a ciclo 500 y 6 a ciclo 400; 10 de ellas son transgénicas derivadas del MON810, con resistencia total a los taladros del maíz.

Las variedades DKC6667YG, LG30.681, P1921 y PR32W86 han sido los testigos en los ensayos de ciclo 700; PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74 en los de ciclo 600 y DKC5542, LG 34.90 y P1114 en los de ciclo 400 y 500.

2.2.- Características de los ensayos.

Los ensayos se han realizado en parcela pequeña, con 3 ó 4 repeticiones por variedad y un diseño en bloques al azar o fila-columna latinizado. El número de hileras de maíz de cada parcela ha sido de 4. Las valoraciones se han realizado, en la mayoría de los casos, sobre las dos hileras centrales equivalentes a una superficie mínima de 12 m².

Los ensayos han sido realizados por entidades públicas de carácter autonómico de Andalucía, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Extremadura, Madrid y Navarra. En la Tabla 2 se puede observar la distribución de los ensayos por Comunidades Autónomas.

Tabla 2.- Distribución de los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante la campaña 2017 por Comunidades Autónomas.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	CICLO 700	CICLO 600	CICLO 400-500	TOTAL
ANDALUCÍA	2	-	-	2
ARAGÓN	3	3	3	9
CASTILLA-LA MANCHA	3	4	4	11
CASTILLA Y LEÓN	-	-	4	4
CATALUNYA	2	2	-	4
EXTREMADURA	2	2	-	4
MADRID	1	1	1	3
NAVARRA	1	1	1	3
TOTAL	14	13	13	40

Se han analizado un total de 40 ensayos de los cuales 14 corresponden a ciclo 700, 13 a ciclo 600 y 13 a ciclo 400-500.

Para realizar la validación de los ensayos, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Coeficiente de variación inferior al 12%.
- Densidad de plantas media de cada variedad superior a 60.000 plantas/ha.
- Análisis de los residuos de las parcelas individuales de cada ensayo. Las parcelas con valores de los residuos estudentizados superiores a + 3 o inferiores a -3 se han eliminado.
- Los ensayos deben presentar más del 75% de las variedades incluidas en el protocolo común.

2.3.- Parámetros estudiados.

Los parámetros más importantes que se han estudiado son:

- Producción
- Humedad del grano
- Densidad de plantas
- Fecha de emisión de las sedas

- Altura de la planta
- Altura del nudo de inserción de la mazorca
- Plantas rotas por debajo de la mazorca

3.- RESULTADOS.

3.1.- Ciclo 700.

3.1.1.- Variedades.

En la Tabla 3 se pueden observar las variedades de maíz de ciclo 700 ensayadas el año 2017.

Tabla 3.- Variedades de maíz de ciclo 700 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2017.

Variedades	Año de ensayo	Registro	Empresa
DKC6667YG *	Testigo	España (2007)	MOSANTO
LG30.681	Testigo	Italia (2011)	LG
P1921	Testigo	Italia (2010)	PIONEER HI-BRED
PR32W86	Testigo	Italia (2003)	PIONEER HI-BRED
IXABEL	3º	Italia (2015)	RAGT
KERIDOS	3º	Italia (2014)	KWS
MAS 75.A	3º	Italia (2014)	MAÏSADOUR
P1524	3º	España (2014)	PIONEER HI-BRED
P1574Y *	3º	España (2014)	PIONEER HI-BRED
RESERVE	3º	Italia (2013)	KOIPESOL SEMILLAS
SY HYDRO	3º	Italia (2014)	SYNGENTA
68.K	2º	Italia (2014)	MAÏSADOUR
69YG *	2º	España (2016)	MAÏSADOUR
KEFIEROS	2º	Italia (2015)	KWS
NYSTAR YG *	2º	España (2016)	EURALIS
P1570	2º	España (2014)	PIONEER HI-BRED
P1570Y *	2º	España (2015)	PIONEER HI-BRED
P1921Y *	2º	España (2015)	PIONEER HI-BRED
ANTEX	1º	Italia (2016)	KOIPESOL
LG30601 YG *	1º	España (2017)	LG
P2105	1º	Italia (2014)	PIONEER HI-BRED

* *Variedades transgénicas*

3.1.2.- Resultados del año 2017.

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2017 se han incluido 9 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota, Ejea de los Caballeros y Zuera (Aragón); Las Tiesas y Malpica de Tajo (Castilla-La Mancha); La Tallada (Catalunya); La Orden (Extremadura); Aranjuez (Madrid) y Tudela (Navarra).

No se han incluido en el tratamiento conjunto de la producción los ensayos de Alcalá del Río y Carmona (Andalucía), al presentar un número de variedades inferior al considerado anteriormente; Ciudad Real (Castilla-La Mancha), El Poal (Catalunya) y Don Benito (Extremadura) al mostrar un coeficiente de variación superior al 12%.

Se ha realizado un análisis estadísticos de la producción de todos los ensayos válidos y los resultados se muestran en la Tabla 4. No se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas (p -valor=0,1521) si bien éstas han presentado un comportamiento variable en función de la localidad de ensayo (p -valor < 0,0001).

Tabla 5.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 700, ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2017, respecto a los testigos DKC6667YG, LG30.681, P1921 y PR32W86. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	Número de ensayos
NYSTAR YG *	15709	106,4	a	8
P1921Y *	15642	106,0	a	8
IXABEL	15559	105,4	a	9
P2105	15553	105,3	a	9
69YG *	15534	105,2	a	8
P1921 (T)	15497	105,0	a	9
P1570Y *	15376	104,2	a	8
P1524	15358	104,0	a	9
P1574Y *	15313	103,7	a	8
P1570	15179	102,8	a	9
RESERVE	15147	102,6	a	9
KERIDOS	15104	102,3	a	9
KEFIEROS	15099	102,3	a	9
68.K	15066	102,1	a	9
SY HYDRO	14882	100,8	a	9
PR32W86 (T)	14822	100,4	a	9
SY ANTEX	14792	100,2	a	9
LG30.601 YG *	14708	99,6	a	8
MAS 75.A	14467	98,0	a	9
DKC6667YG (T) *	14388	97,5	a	8
LG 30.681 (T)	14346	97,2	a	9
Media del ensayo (kg/ha)	15121 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	14763 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,1521			
Coefficiente de variación	7,06 %			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001			

* Variedades transgénicas.

En las Tablas 6 y 7 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados la campaña 2017.

Tabla 6.- Densidad de plantas, floración femenina respecto a PR32W86, floración de madurez fisiológica respecto a PR32W86 y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 700 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2017. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m ²)	Floración femenina respecto a PR32W86 (días)	Fecha de madurez fisiológica respecto a PR32W86 (días)	Humedad (%)
68.K	8,37 abc	-1	-8	15,6 bcde
69YG *	8,56 abc	-1	-4	16,0 abcde
DKC6667YG (T) *	8,46 abc	-2	-5	16,2 abcde
IXABEL	8,66 ab	-1	-3	15,9 bcde
KEFIEROS	8,60 abc	0	-10	14,9 e
KERIDOS	8,68 ab	2	-8	15,7 bcde
LG 30.681 (T)	8,36 bc	0	-8	15,4 cde
LG30.601 YG *	8,36 bc	1	1	15,7 bcde
MAS 75.A	8,56 abc	0	8	15,8 bcde
NYSTAR YG *	8,85 a	-2	-6	16,8 abcd
P1524	8,54 abc	0	-6	15,4 cde
P1570	8,37 abc	0	-12	15,2 de
P1570Y *	8,54 abc	1	-11	17,0 abc
P1574Y *	8,67 ab	-1	-14	15,9 bcde
P1921 (T)	8,46 abc	0	-2	16,4 abcd
P1921Y *	8,51 abc	0	-6	17,2 ab
P2105	8,17 c	0	-6	16,1 abcde
PR32W86 (T)	8,36 bc	0	0	15,3 de
RESERVE	8,29 bc	2	-6	17,8 a
SY ANTEX	8,36 abc	2	-3	16,2 abcde
SY HYDRO	8,62 abc	1	1	16,2 abcde
Media del ensayo	8,49	5 de julio ¹	24 de septiembre ²	16,0
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001	-	-	< 0,0001
Número de ensayos	12	10	1	14

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

¹ Fecha de floración correspondiente al testigo PR32W86. ² Fecha de madurez fisiológica correspondiente al testigo PR32W86.

* Variedades transgénicas.

La densidad media de todos los ensayos ha sido de 8,49 plantas/m². La fecha media de floración femenina ha sido el 5 de Julio, el mismo día que el testigo PR32W86. En el ensayo de Las Tiesas (Castilla-La Mancha), la fecha de madurez fisiológica media de todas las variedades ha sido el 19 de septiembre, situándose la fecha de maduración en el caso del testigo PR32W86 en el día 24 de septiembre. El híbrido RESERVE ha mostrado los valores más elevados de la humedad del grano; mientras que KEFIEROS, P1570 y el testigo PR32W86 han sido las que han obtenido valores más bajos.

Tabla 6.- Altura de la planta, altura de inserción de la mazorca, peso hectolítrico, plantas rotas y stay-green de las variedades de maíz de ciclo 700 ensayadas en el marco del GENVE, durante el año 2017. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Altura de la planta (cm)	Altura de inserción de la mazorca (cm)	Peso hectolítrico (kg/hl)	Plantas rotas (%)	Stay-green (Escala visual 0-5)
68.K	264 bcd	121 ab	73,0 def	1	2
69YG *	262 bcd	121 ab	72,0 defg	2	2
DKC6667YG (T) *	259 bcd	113 abc	75,6 abcd	3	2
IXABEL	269 abcd	118 abc	75,5 abcd	0	3
KEFIEROS	257 cd	115 abc	73,6 bcde	2	3
KERIDOS	281 ab	112 abc	73,5 bcde	35	3
LG 30.681 (T)	275 abc	117 abc	72,1 defg	0	3
LG30.601 YG *	272 abcd	123 abcd	70,7 fg	2	3
MAS 75.A	276 abc	120 ab	73,7 bcde	2	4
NYSTAR YG *	253 d	109 bc	71,6 efg	1	2
P1524	256 cd	105 c	75,5 abcd	1	3
P1570	267 abcd	111 bc	76,5 a	1	3
P1570Y *	278 abc	115 abc	75,0 abcd	0	3
P1574Y *	271 abcd	118 abc	76,3 ab	0	2
P1921 (T)	275 abc	108 bc	75,9 abc	0	3
P1921Y *	277 abc	107 bc	75,3 abcd	1	4
P2105	274 abcd	116 abc	73,4 cde	1	4
PR32W86 (T)	286 a	126 a	77,4 a	0	1
RESERVE	267 abcd	113 abc	70,1 g	2	5
SY ANTEX	277 abc	120 ab	70,7 fg	2	5
SY HYDRO	274 abcd	115 abc	72,2 defg	1	4
Media del ensayo	270	115	73,8	3	3
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	-	-
Número de ensayos	13	12	10	1	1

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

* Variedades transgénicas.

Las variedades PR32W86 y KERIDOS han presentado los mayores valores de altura de la planta, mostrando diferencias significativas con NYSTAR YG, P1524 y KEFIEROS, que han sido las más bajas. El testigo PR32W86 junto con SY ANTEX, MAS 75.A, 68.K y 69YG han mostrado la mayor altura de inserción de la mazorca y han presentado diferencias significativas con P1524. Las variedades P1570 y PR32W86 han mostrado los mayores valores de peso específico, con diferencias significativas con un gran número de variedades. En el único ensayo en el que se han observado problemas importantes de rotura de plantas (El Poal, Catalunya), la variedad KERIDOS ha mostrado una cierta sensibilidad a este problema. En cuanto al stay-green, las variedades SY ANTEX y RESERVE han mostrado una mayor coloración verde a final de ciclo, en el ensayo de La Tallada (Catalunya).

En la Figura 1 se observa la representación de la productividad de las distintas variedades ensayadas y su humedad en el momento de la cosecha. En general, las variedades más interesantes serían aquellas que presentasen simultáneamente una elevada producción y una baja humedad del grano. Destaca el comportamiento de las variedades P2105, IXABEL y 69YG, que han sido muy productivas y ha mostrado una humedad bastante media a baja.

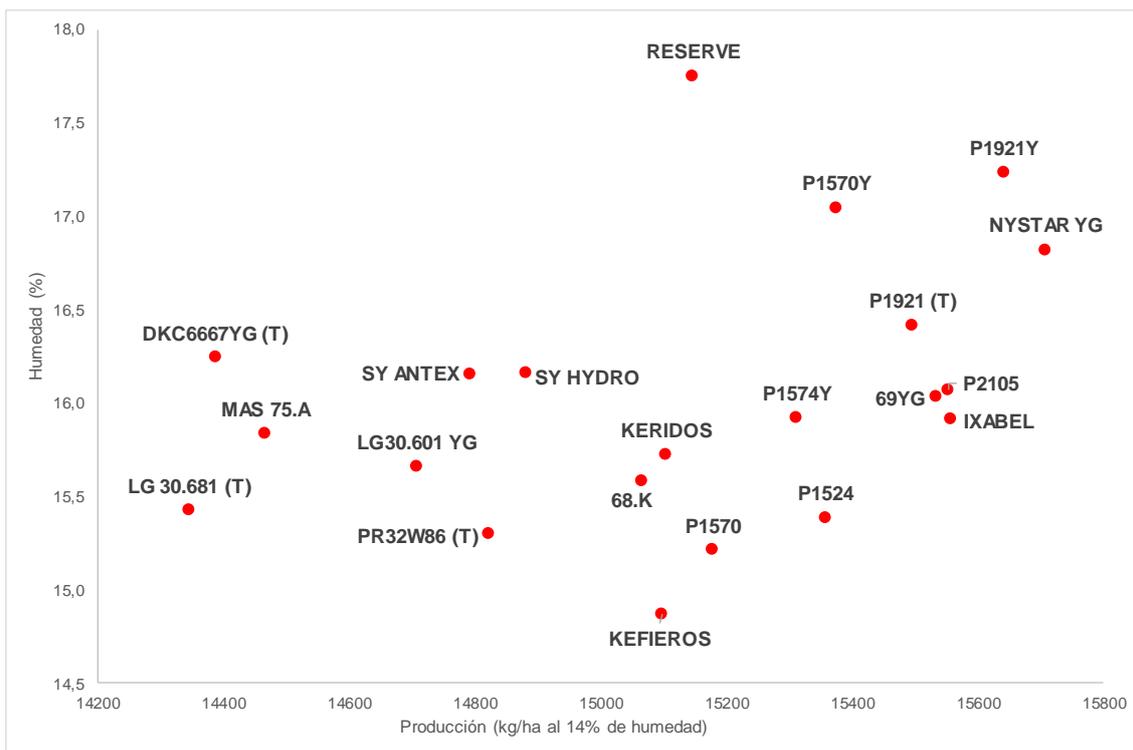


Figura 1.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 700, ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2017.

3.1.3.- Resultados conjuntos de los años 2016-2017.

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2016 y 2017. Para ello se han considerado las variedades 68.K, 69YG, IXABEL, KEFIEROS, KERIDOS, MAS 75.A, NYSTAR YG, P1524, P1570, P1570Y, P1574Y, P1921Y, RESERVE y SY HYDRO, junto con los testigos DKC6667YG, LG 30.681, P1921 y PR32W86. Se han incluido en el análisis un total de 23 ensayos, 13 correspondientes a la campaña 2016 (Aranjuez, Carmona, Ciudad Real, Don Benito, Ejea, El Poal, La Orden, La Tallada, Las Tiesas, Malpica de Tajo, Palma del Río, Tudela y Zuera) y 9 correspondientes a la 2017 (Aranjuez, Biota, Ejea, La Orden, La Tallada, Las Tiesas, Malpica de Tajo, Tudela y Zuera).

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 8). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p = 0,0020$), si bien su comportamiento no ha variado en función del año de ensayo ($p = 0,6640$).

Tabla 8.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz de ciclo 700, con los datos obtenidos en el marco del GENVCE, durante las campañas 2016 y 2017.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
M	Año	1	F	0,5777			
	Localidad		A			0	-
	Localidad*Año		A			4079,433	1931,431
U	Variedad	17	F	0,0020			
G	Variedad*Año	17	F	0,6640			
	Variedad*Localidad		A			55,976	136,654
	Localidad*Variedad*Año		A			677,594	174,479
	ERROR		A			942,729	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 9 se pueden observar las producciones medias de los híbridos ensayados las campañas 2016 y 2017. La variedad NYSTAR YG ha sido la más productiva superando significativamente los rendimientos de MAS 75.A.

Tabla 9.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE durante los años 2016 y 2017. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias - Test Edwards & Berry ($\alpha = 0.05$)	Número de ensayos
NYSTAR YG *	15463	106,0	a	17
69YG *	15387	105,4	a	17
P1524	15259	104,6	ab	22
P1921Y *	15234	104,4	ab	17
P1570Y *	15207	104,2	ab	17
IXABEL	15116	103,6	ab	22
P1921 (T)	15035	103,0	ab	22
RESERVE	15003	102,8	ab	22
P1574Y *	14999	102,8	ab	17
P1570	14905	102,1	ab	22
68.K	14895	102,1	ab	19
KERIDOS	14705	100,8	ab	22
KEFIEROS	14630	100,2	ab	20
LG 30.681 (T)	14625	100,2	ab	22
SY HYDRO	14591	100,0	ab	21
DKC6667YG (T) *	14402	98,7	ab	17
PR32W86 (T)	14314	98,1	ab	22
MAS 75.A	14168	97,1	b	22
Media del ensayo	14885 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	14594 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,52 %			

* Variedades transgénicas.

En la Tabla 10 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades. Cabe destacar la elevada inestabilidad que ha presentado la variedad MAS 75.A que se ha situado mayoritariamente (55% de los ensayos) en el tercil inferior.

Tabla 10.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016 y 2017.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
NYSTAR YG *	6	10	1	813,471
69YG *	7	8	2	569,747
P1524	12	6	4	623,762
P1921Y *	7	5	5	1019,893
P1570Y *	10	4	3	769,083
IXABEL	11	8	3	929,578
P1921 (T)	10	9	3	356,274
RESERVE	10	7	5	707,12
P1574Y *	8	4	5	559,834
P1570	8	9	5	518,445
68.K	7	8	4	509,126
KERIDOS	5	7	10	392,751
KEFIEROS	6	5	9	785,055
LG 30.681 (T)	9	6	7	1040,915
SY HYDRO	5	8	8	440,886
DKC6667YG (T) *	4	6	7	1024,286
PR32W86 (T)	3	9	10	589,346
MAS 75.A	4	6	12	1612,286
GxE (Componente de la varianza)				736,305

* Variedades transgénicas.

3.1.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona geográfica.

Se han agrupado los ensayos en tres zonas geográficas con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

- 1.- Norte: incluye los ensayos del Valle del Ebro y de la provincia de Girona. Representa una agrupación de diez ensayos.
- 2.- Centro: incluye los ensayos de Madrid, Castilla-La Mancha y de la provincia de Cáceres. Representa una agrupación de siete ensayos.
- 3.- Sur: incluye los ensayos de Andalucía y de la provincia de Badajoz. Representa una agrupación de cuatro ensayos.

En la Tabla 11 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas entre variedades ($p = 0,0247$). No se han observado diferencias significativas de producción entre zonas geográficas ($p=0,2846$) y la interacción variedad por zona geográfica tampoco ha sido significativa ($p=0,8862$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 11.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2016 y 2017, en función de la zona geográfica.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Zona Geográfica	2	F	1,4	0,2846		
	Localidad*Zona Geográfica		A			1567,717	1850,652
	Año	1	F	0,41	0,5431		
	Zona Geográfica*Año	2	F	2,99	0,1155		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			2329,82	1610,043
G	Variedad	17	F	1,95	0,0247		
G*E	Zona Geográfica*Variedad	34	F	0,69	0,8862		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			49,713	149,318
	Variedad*Año	17	F	0,71	0,7816		
	Zona Geográfica*Variedad*Año	34	F	0,54	0,9741		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			696,715	193,795
	ERROR		A			942,729	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 12, 13 y 14 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de cada zona geográfica (Norte, Centro y Sur). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 12.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P1921Y *	15684	106,9	a
P1524	15601	106,3	a
IXABEL	15470	105,4	a
NYSTAR YG *	15448	105,3	a
P1570Y *	15418	105,1	a
69YG *	15330	104,5	a
P1574Y *	15112	103,0	a
P1921 (T)	15006	102,3	a
RESERVE	14944	101,8	a
P1570	14943	101,8	a
68.K	14864	101,3	a
SY HYDRO	14799	100,9	a
DKC6667YG (T)*	14628	99,7	a
LG 30.681 (T)	14550	99,2	a
PR32W86 (T)	14512	98,9	a
KERIDOS	14470	98,6	a
KEFIEROS	14330	97,7	a
MAS 75.A	14219	96,9	a
MEDIA DEL ENSAYO		14963 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		14674 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,0256	

* Variedades transgénicas.

Tabla 13.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
NYSTAR YG *	16231	108,5	a
69YG *	15634	104,5	a
KEFIEROS	15586	104,2	a
P1524	15514	103,7	a
KERIDOS	15457	103,3	a
P1921 (T)	15336	102,5	a
P1570	15318	102,4	a
RESERVE	15289	102,2	a
68.K	15239	101,8	a
IXABEL	15231	101,8	a
LG 30.681 (T)	14952	99,9	a
P1570Y *	14927	99,8	a
SY HYDRO	14813	99,0	a
P1574Y *	14754	98,6	a
P1921Y *	14752	98,6	a
DKC6667YG (T)*	14689	98,2	a
PR32W86 (T)	14478	96,8	a
MAS 75.A	13997	93,5	a
MEDIA DEL ENSAYO	15122 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	14964 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,1721		

* Variedades transgénicas.

Tabla 14.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona Sur. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
69YG *	13863	110,9	a
P1570Y *	13547	108,3	a
P1574Y *	13382	107,0	a
P1921 (T)	13145	105,1	a
P1921Y *	13056	104,4	a
NYSTAR YG *	12919	103,3	a
P1570	12825	102,6	a
IXABEL	12791	102,3	a
LG 30.681 (T)	12739	101,9	a
RESERVE	12668	101,3	a
P1524	12639	101,1	a
MAS 75.A	12514	100,1	a
68.K	12445	99,5	a
SY HYDRO	12381	99,0	a
KERIDOS	12327	98,6	a
PR32W86 (T)	12283	98,2	a
KEFIEROS	12088	96,7	a
DKC6667YG (T)*	11853	94,8	a
MEDIA DEL ENSAYO	12748 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	12505 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,8005		

* Variedades transgénicas.

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se ha realizado utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 2 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona geográfica.

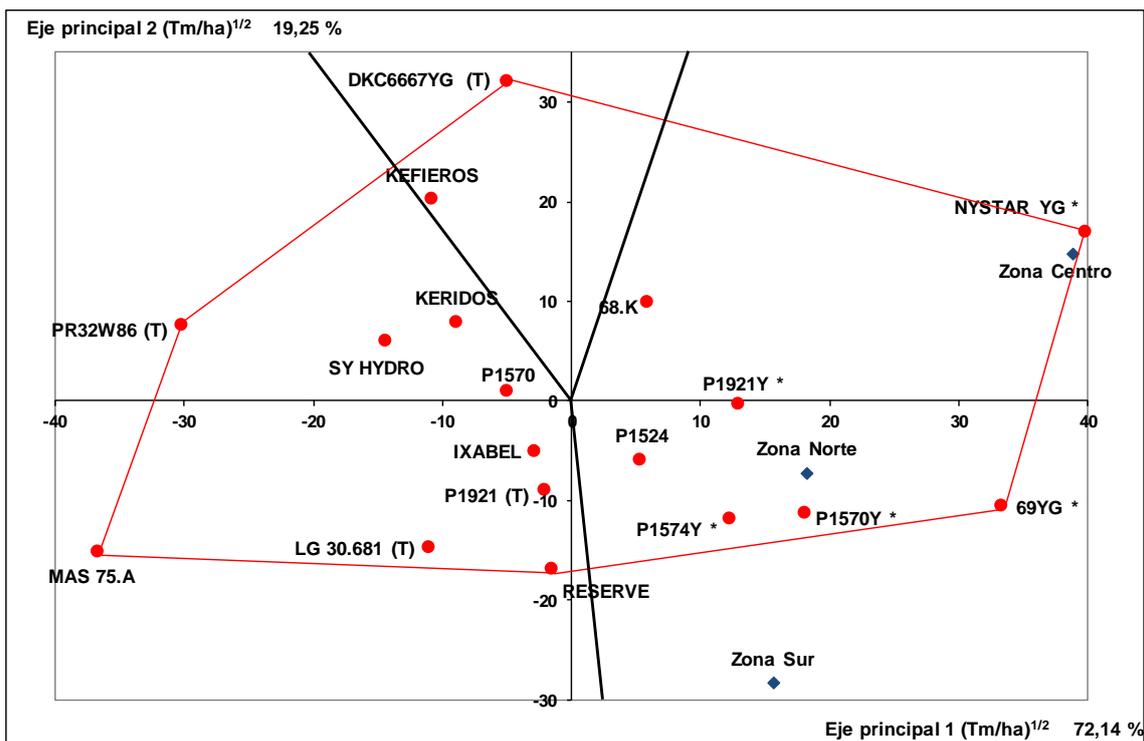


Figura 2.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016 y 2017, en función de la zona geográfica. * Variedades transgénicas.

Hay que recordar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas.

3.1.3.2.- Comportamiento varietal en función de la zona productiva

Se han agrupado los ensayos en tres zonas en función de su producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

- 1.- Baja: incluye los ensayos con producciones medias inferiores a 14000 kg/ha. Representa una agrupación de siete ensayos.
- 2.- Media: incluye los ensayos con producciones medias comprendidas entre 14000 y 16000 kg/ha. Representa una agrupación de nueve ensayos.
- 3.- Alta: incluye los ensayos con producciones medias superiores a 16000 kg/ha. Representa una agrupación de seis ensayos.

En la Tabla 15 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona productiva, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p = 0,0165$). Como era esperable, se han observado diferencias significativas de producción entre las zonas productivas ($p < 0,0001$), aunque no se ha detectado una interacción variedad por zona productiva significativa ($p=0,6509$), lo que indica que no existe una respuesta diferencial de las variedades en función de las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 15.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2016 y 2017, en función de la zona productiva.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Zona Productiva	2	F	41,68	< 0,0001		
	Localidad*Zona Productiva		A			381,901	391,056
	Año	1	F	0,96	0,3463		
	Zona Productiva*Año	2	F	0,66	0,5373		
	Localidad*Zona Productiva*Año		A			289,942	303,454
G	Variedad	17	F	2,52	0,0165		
G*E	Zona Productiva*Variedad	34	F	0,87	0,6509		
	Localidad*Variedad*Zona Productiva		A			0	-
	Variedad*Año	17	F	0,81	0,6724		
	Zona Productiva*Variedad*Año	34	F	0,64	0,8888		
	Localidad*Zona Productiva*Variedad*Año		A			721,382	271,792
	ERROR		A			942,729	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 16, 17 y 18 se puede observar la producción de las variedades, dentro de cada zona productiva (Baja, Media y Alta). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas productivas.

Tabla 16.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona productiva Baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
69YG *	13757	115,1	a
NYSTAR YG *	13186	110,3	a
P1570Y *	12963	108,5	a
P1574Y *	12689	106,2	a
P1570	12577	105,2	a
P1921 (T)	12310	103,0	a
P1524	12244	102,5	a
DKC6667YG (T) *	12154	101,7	a
P1921Y *	12137	101,6	a
KERIDOS	12034	100,7	a
LG 30.681 (T)	11912	99,7	a
SY HYDRO	11855	99,2	a
IXABEL	11853	99,2	a
KEFIEROS	11810	98,8	a
RESERVE	11804	98,8	a
68.K	11801	98,8	a
MAS 75.A	11772	98,5	a
PR32W86 (T)	11424	95,6	a
MEDIA DEL ENSAYO		12238 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		11950 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,2381	

* Variedades transgénicas.

Tabla 17.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona productiva Media. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P1921Y *	15882	107,9	a
P1524	15732	106,8	a
NYSTAR YG *	15719	106,8	a
RESERVE	15673	106,4	a
IXABEL	15646	106,3	a
P1574Y *	15281	103,8	a
P1921 (T)	15262	103,7	a
69YG *	15251	103,6	a
P1570	15063	102,3	a
P1570Y *	15062	102,3	a
68.K	15010	101,9	a
SY HYDRO	14994	101,8	a
KEFIEROS	14985	101,8	a
DKC6667YG (T) *	14706	99,9	a
KERIDOS	14656	99,5	a
PR32W86 (T)	14514	98,6	a
LG 30.681 (T)	14416	97,9	a
MAS 75.A	14412	97,9	a
MEDIA DEL ENSAYO	15126 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	14725 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0909		

* Variedades transgénicas.

Tabla 18.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona productiva Alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
IXABEL	17700	105,1	a
P1570Y *	17564	104,3	a
P1921 (T)	17443	103,6	a
P1524	17357	103,1	a
68.K	17290	102,7	a
69YG *	17273	102,6	a
LG 30.681 (T)	17195	102,1	a
NYSTAR YG *	17162	101,9	a
RESERVE	17071	101,4	a
KERIDOS	17068	101,3	a
P1921Y *	17008	101,0	a
P1570	16918	100,5	a
SY HYDRO	16871	100,2	a
P1574Y *	16765	99,5	a
PR32W86 (T)	16725	99,3	a
KEFIEROS	16542	98,2	a
DKC6667YG (T) *	16002	95,0	a
MAS 75.A	15959	94,8	a
MEDIA DEL ENSAYO	16995 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	16841 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,3525		

* Variedades transgénicas.

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se ha realizado utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 3 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona productiva.

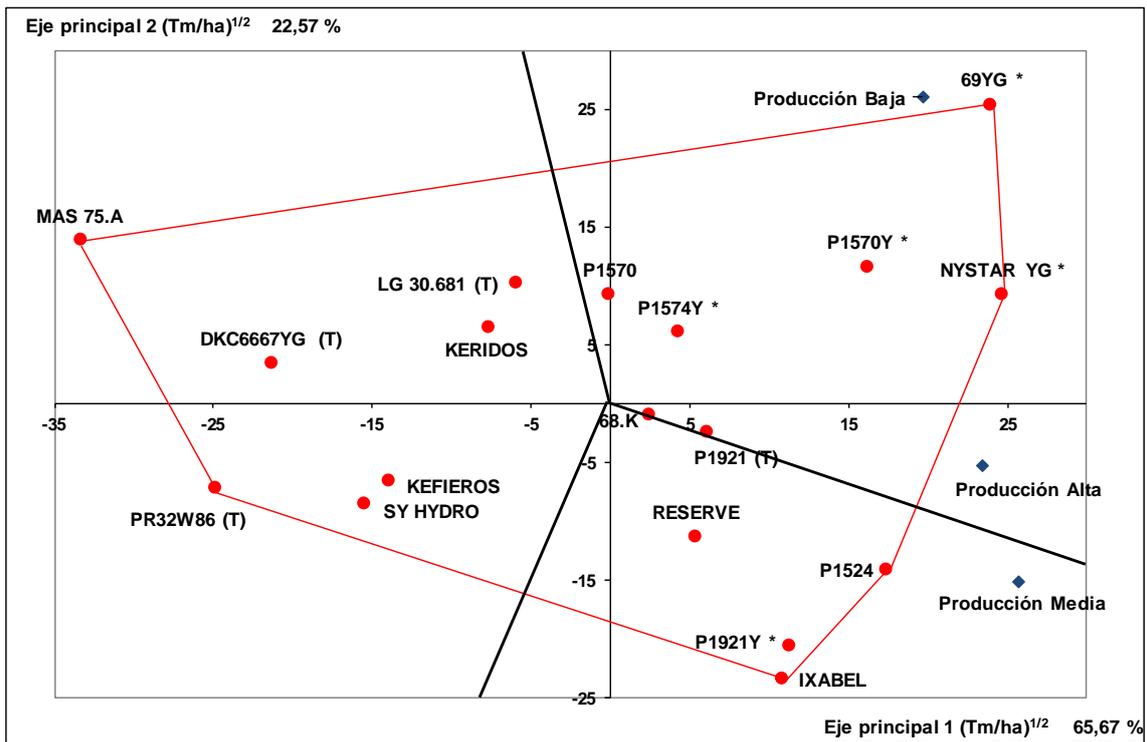


Figura 3.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016 y 2017, en función de la zona productiva. * Variedades transgénicas.

De nuevo hay que recordar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas.

3.2.- Ciclo 600.

3.2.1.- Variedades.

En la Tabla 19 se pueden observar los híbridos de maíz de ciclo 600 ensayados el año 2017.

Tabla 19.- Variedades de maíz de ciclo 600 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE durante el año 2017.

Variedades	Año de ensayo	Registro	Empresa
PR32W86	Testigo	Italia (2003)	PIONEER HI-BRED
PR33Y72 *	Testigo	España (2009)	PIONEER HI-BRED
PR33Y74	Testigo	Italia (2007)	PIONEER HI-BRED
KONTIGOS	3º	Italia (2014)	KWS
LG 30.707 YG *	3º	España (2012)	LG
SY JULLEN	3º	Italia (2014)	KOIPESOL SEMILLAS
SY ZOAN	3º	Italia (2014)	SYNGENTA
MILOXAN YG *	2º	Portugal (2014)	RAGT
CHARLESTON	2º	Italia (2015)	EURALIS
DKC6442	1º	Italia (2015)	MOSANTO

* Variedades transgénicas.

3.2.2.- Resultados del año 2017.

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2017, se han considerado 10 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota, Ejea de los Caballeros y Zuera (Aragón); Espinosa de Henares, Las Tiasas y Malpica de Tajo (Castilla-La Mancha); La Tallada (Catalunya); La Orden (Extremadura); Aranjuez (Madrid) y Tudela (Navarra).

No se han considerado para el tratamiento conjunto de la producción los ensayos de Ciudad Real (Castilla-La Mancha), Don Benito (Extremadura) y El Poal (Catalunya) al presentar un coeficiente de variación superior al establecido por el protocolo GENVCE.

En la tabla 20 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 600 realizados la campaña 2017. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados y la interacción localidad por variedad ha sido significativa. El testigo PR33Y72 y la variedad DKC6442 han sido las más productivas, superando significativamente los rendimientos de SY JULLEN y SY ZOAN. El testigo PR33Y74, además, ha mostrado producciones significativamente superiores a las de SY JULLEN.

Tabla 20.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 600 ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2016, respecto a los testigos PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	Número de ensayos
PR33Y72 (T) *	15772	102,6	a	8
DKC6442	15743	102,4	a	10
PR33Y74 (T)	15357	99,9	ab	10
KONTIGOS	15133	98,5	abc	10
CHARLESTON	15129	98,4	abc	10
PR32W86 (T)	14976	97,4	abc	10
MILOXAN YG *	14749	96,0	abc	8
LG 30.707 YG *	14513	94,4	abc	8
SY ZOAN	14165	92,2	bc	10
SY JULLEN	13983	91,0	c	10
Media del ensayo (kg/ha)	14444 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	14628 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p-valor = 0,0009			
Coeficiente de variación	6,88 %			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001			

* Variedades transgénicas.

En las Tablas 22 y 23 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados el año 2017.

Tabla 22.- Densidad de plantas, floración femenina respecto a PR33Y74, madurez fisiológica respecto a PR33Y74 y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 600, ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2017.

Variedades	Densidad (plantas/m ²)	Fecha de floración femenina (días/PR33Y74)	Fecha de madurez fisiológica (días/PR33Y74)	Humedad (%)
CHARLESTON	7,98 ab	-2	-6	15,4 c
DKC6442	8,13 ab	1	-7	16,8 a
KONTIGOS	8,16 a	0	-4	16,0 abc
LG 30.707 YG *	8,30 a	-2	-4	16,1 abc
MILOXAN YG *	8,21 a	-2	-1	16,2 abc
PR32W86 (T)	8,08 ab	0	6	16,1 abc
PR33Y72 (T) *	8,21 a	0	-3	16,9 a
PR33Y74 (T)	7,84 ab	0	0	16,3 ab
SY JULLEN	7,88 ab	-1	-4	15,6 bc
SY ZOAN	7,57 b	-1	-2	15,7 bc
Media del ensayo	8,04	12 de julio ¹	20 de septiembre ²	16,1
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	0,0076	-	-	< 0,0001
Número de ensayos	10	9	1	13

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

¹ Floración media del testigo PR33Y74. ² Madurez fisiológica media del testigo PR33Y74.

* Variedades transgénicas.

La densidad media de todos los ensayos ha sido de 8,04 plantas/m². La variedad LG30.707 YG ha presentado los valores más elevados para este parámetro. La fecha media de floración femenina ha sido el 11 de julio, un día antes de la que presenta el testigo PR33Y74. El híbrido DKC6442 ha presentado la fecha de floración más tardía (1 día después que el testigo); por el contrario, CHARLESTON, LG 30.707 YG y MILOXAN YG han sido las más precoces, 2 días antes que PR33Y74. La fecha media de madurez fisiológica en el ensayo de Las Tiesas (Castilla-La Mancha) ha sido el 20 de septiembre.

Las variedades con la humedad más elevada en el momento de la cosecha ha sido el testigo PR33Y72 y DKC6442 mostrando diferencias significativas con CHARLESTON, SY JULLEN y SY ZOAN.

Tabla 23.- Altura de la planta y del nudo de inserción de la mazorca, plantas rotas por debajo de la mazorca, peso hectolítrico y stay-green de las variedades de maíz de ciclo 600 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2017.

Variedades	Altura de la Planta (cm)	Altura del nudo de inserción de la mazorca (cm)	Plantas rotas por debajo de la mazorca (%)	Peso hectolítrico (kig/hl)	Stay Green (Escala visual 0-5)
CHARLESTON	254 bc	107	1	73,8 bcd	2
DKC6442	266 b	113	8	74,3 bc	3
KONTIGOS	268 ab	109	3	72,2 de	2
LG 30.707 YG *	262 bc	117	1	73,1 cd	3
MILOXAN YG *	247 c	101	2	74,0 bcd	1
PR32W86 (T)	282 a	116	0	76,9 a	1
PR33Y72 (T) *	263 bc	116	5	75,8 ab	2
PR33Y74 (T)	266 b	115	5	77,2 a	2
SY JULLEN	252 bc	104	0	73,2 cd	1
SY ZOAN	261 bc	119	2	70,4 e	1
Media del ensayo	262	112	3	74,1	2
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001	0,1535	-	< 0,0001	-
Número de ensayos	12	11	1	11	1

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

* Variedades transgénicas.

Las variedades PR32W86 y KONTIGOS han sido las que han presentado una mayor altura de planta; mientras que MILOXAN YG ha sido la más baja. No se han observado diferencias significativas en la altura de inserción de la mazorca.

Durante la campaña 2017 sólo se han observado problemas de rotura de plantas por debajo de la mazorca en el ensayos de El Poal (Catalunya), si bien los daños detectados no son especialmente importantes.

Los testigos PR32W86, PR33Y74 y PR33Y72 han presentado los mayores valores de peso específico de entre todas las variedades evaluadas.

En la Figura 4 se muestran la representación gráfica de los resultados de producción y humedad de las variedades de ciclo 600 ensayadas durante la campaña 2017. Las variedades PR33Y72 y DKC6442 han sido las más productivas pero han presentado humedades del grano elevadas. Es destacable el comportamiento de CHARLESTON, que ha mostrado unas producciones medias y una humedad baja.

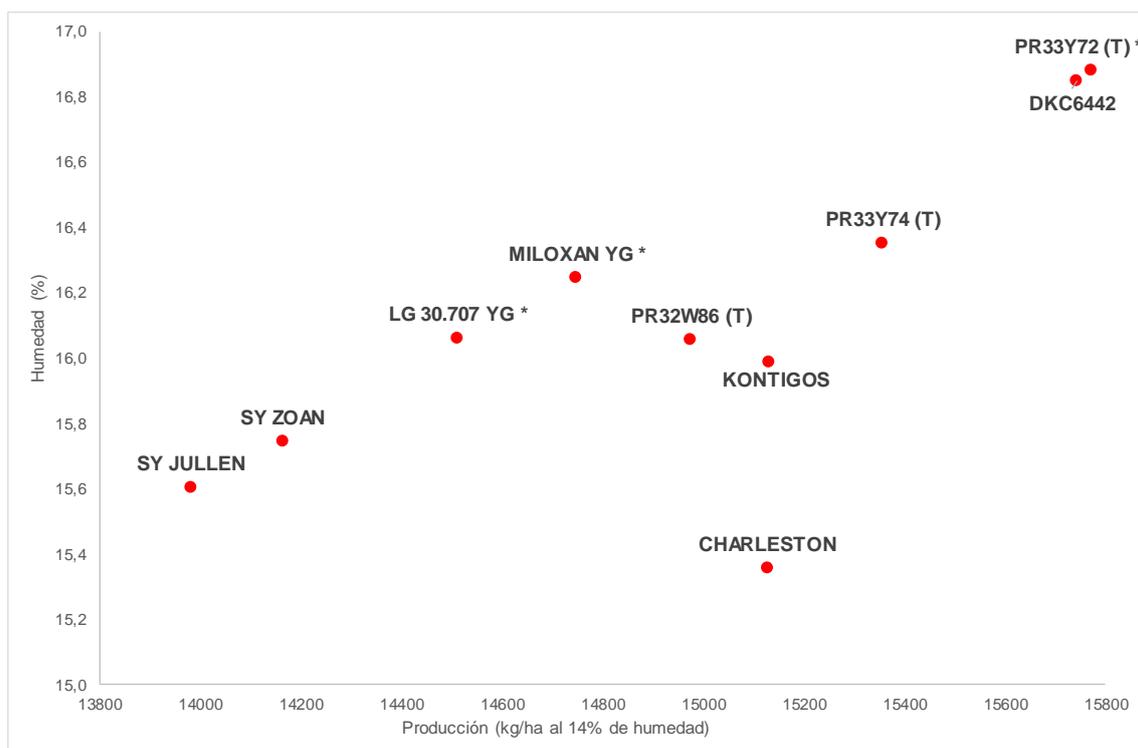


Figura 4.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz del ciclo 600, ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2017. * Variedades transgénicas.

3.2.3.- Resultados conjuntos de los años 2016-2017.

Para el análisis conjunto de los datos de los años 2016 y 2017 se han considerado las variedades CHARLESTON, KONTIGOS, LG 30.707 YG, MILOXAN YG, SY JULLEN y SY ZOAN junto a los testigos PR32W86, PR33Y72 y PR33Y74; las cuáles han estado presentes los dos años de ensayo. Entre los ensayos realizados las dos campañas se han incluido únicamente aquéllos que han presentado un coeficiente de variación inferior al 12 %. Se han considerado finalmente en total 23 ensayos, de los cuales 13 corresponden al año 2016 y 10 al año 2017.

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 24). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p = 0,0001$), si bien éstas no han tenido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo ($p=0,5994$).

Tabla 24.- Resultados del análisis de varianza de la producción de las variedades de maíz de ciclo 600, con los datos obtenidos en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
M	Año	1	F	0,33	0,5959		
	Localidad		A			0	-
	Localidad*Año		A			3697,01	2651,124
G	Variedad	8	F	5,03	0,0001		
G*E	Variedad*Año	8	F	0,82	0,5994		
	Variedad*Localidad		A			120,78	440,469
	Localidad*Variedad*Año		A			667,362	546,588
	ERROR		A			873,573	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorios los términos Localidad y Bloque

En la Tabla 25 se pueden observar las producciones medias de los híbridos ensayados las campañas 2016 y 2017. Los testigos PR33Y72 y PR33Y74 han sido las variedades más productivas superando significativamente los rendimientos de SY ZOAN y SY JULLEN. La variedad CHARLESTON también ha presentado producciones significativamente superiores a las de SY ZOAN.

Tabla 25.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry ($\alpha = 0.05$)	Número de ensayos
PR33Y72 (T) *	15548	102,9	a	17
PR33Y74 (T)	15211	100,7	a	23
CHARLESTON	15019	99,4	ab	23
KONTIGOS	14825	98,1	abc	23
PR32W86 (T)	14558	96,4	abc	23
LG 30.707 YG *	14448	95,6	abc	17
MILOXAN YG *	14381	95,2	abc	17
SY JULLEN	14096	93,3	bc	23
SY ZOAN	13875	91,9	c	23
Media del ensayo	14662 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	15106 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,37 %			

* Variedades transgénicas.

En la Tabla 26 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades. Los testigos PR33Y72 y PR33Y74 se han situado mayoritariamente entre el tercio de variedades más productivas (82 y 61 % respectivamente); mientras que el híbrido SY ZOAN se ha situado en el 52 % de los casos entre el grupo de variedades menos productivas.

Tabla 26.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2016 y 2017.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
PR33Y72 (T) *	14	3		414,000
PR33Y74 (T)	14	9		1002,877
CHARLESTON	9	10	4	640,910
KONTIGOS	10	5	8	1005,448
PR32W86 (T)	7	11	5	488,881
LG 30.707 YG *	5	5	7	1019,466
MILOXAN YG *	4	7	6	622,547
SY JULLEN	4	10	9	612,439
SY ZOAN	2	9	12	659,363
GxE (Componente de la varianza)				725,381

* Variedades transgénicas.

3.2.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona geográfica

Se han agrupado los ensayos en tres zonas geográficas con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente. Las zonas geográficas establecidas han sido:

1.- Norte: incluye los ensayos del Valle del Ebro y de la provincia de Girona. Representa una agrupación de doce ensayos.

2.- Centro: incluye los ensayos de Castilla-La Mancha y Madrid. Representa una agrupación de ocho ensayos.

3.- Extremadura: incluye los ensayos de las provincias de Cáceres y Badajoz. Representa una agrupación de tres ensayos.

En la Tabla 27 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se ha observado un comportamiento distinto entre variedades ($p=0,0329$); si bien no se han detectado diferencias significativas de producción entre las distintas zonas geográficas ($p=0,2230$) y la interacción variedad por zona geográfica no ha resultado significativa ($p=0,6404$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en función de las zonas preestablecidas.

Tabla 27.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2016 y 2017, en función de la zona geográfica.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente de varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
U	Zona Geográfica	2	F	1,7	0,2230		
	Localidad*Zona Geográfica		A			3373,504	1721,752
	Año	1	F	5,58	0,2193		
	Zona Geográfica*Año	2	F	12,72	0,1501		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			308,987	600,436
U	Variedad	8	F	2,48	0,0329		
G*E	Zona Geográfica*Variedad	16	F	0,83	0,6404		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			50,468	421,509
	Variedad*Año	8	F	1,24	0,3614		
	Zona Geográfica*Variedad*Año	16	F	0,7	0,7507		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			718,979	553,711
	ERROR		A			873,573	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 28 a 30 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas geográficas (Norte, Extremadura y Centro). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa, y en consecuencia no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 28.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
PR33Y72 (T) *	15710	102,5	a
PR33Y74 (T)	15494	101,1	a
CHARLESTON	15057	98,3	ab
PR32W86 (T)	14769	96,4	ab
KONTIGOS	14503	94,6	ab
LG 30.707 YG *	14441	94,2	ab
MILOXAN YG *	14290	93,3	ab
SY JULLEN	13816	90,2	b
SY ZOAN	13504	88,1	b
MEDIA DEL ENSAYO	14620 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	15324 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0001		

* Variedades transgénicas.

Tabla 29.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
PR33Y72 (T) *	15310	104,4	a
CHARLESTON	15203	103,7	a
KONTIGOS	14999	102,3	a
PR33Y74 (T)	14634	99,8	a
MILOXAN YG *	14589	99,5	a
LG 30.707 YG *	14481	98,8	a
SY JULLEN	14203	96,9	a
SY ZOAN	14065	95,9	a
PR32W86 (T)	14040	95,8	a
MEDIA DEL ENSAYO	14614 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	14661 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,2860		

* Variedades transgénicas.

Tabla 30.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona Extremadura. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
KONTIGOS	12432	101,6	a
PR33Y74 (T)	12331	100,7	a
PR33Y72 (T) *	12315	100,6	a
PR32W86 (T)	12080	98,7	a
SY JULLEN	11839	96,7	a
SY ZOAN	11601	94,8	a
CHARLESTON	11565	94,5	a
LG 30.707 YG *	11545	94,3	a
MILOXAN YG *	11504	94,0	a
MEDIA DEL ENSAYO	11912 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	12242 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,9491		

* Variedades transgénicas.

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 5 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona geográfica.

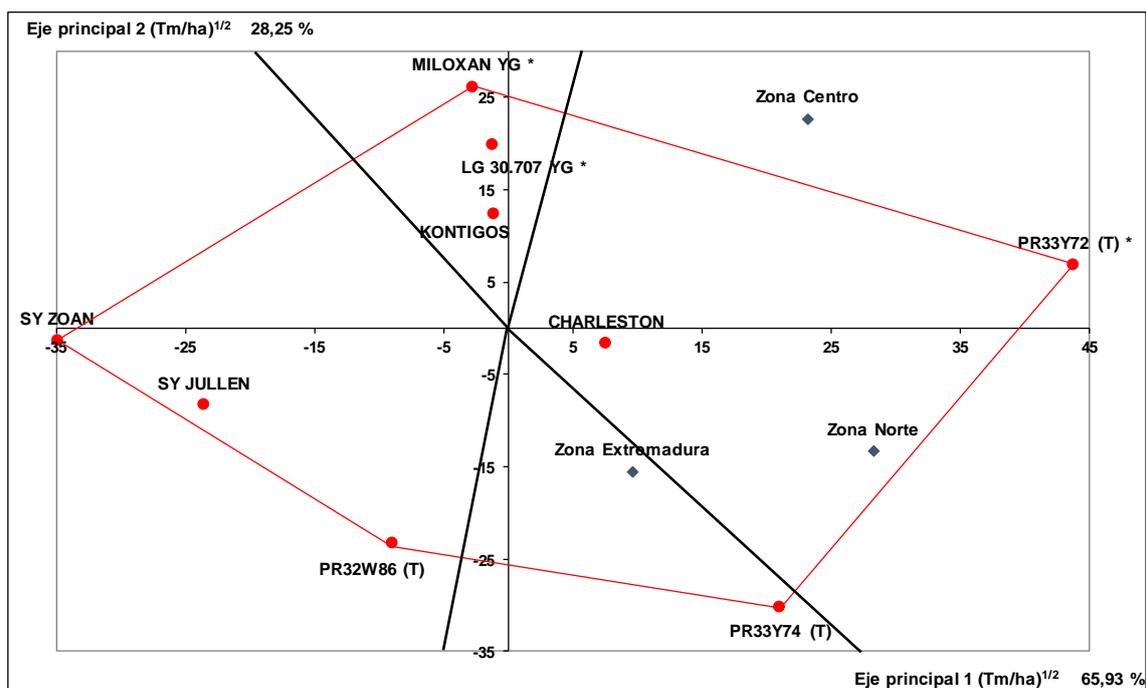


Figura 5.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016 y 2017, en función de la zona geográfica. * Variedades transgénicas.

Hay que recordar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas

3.2.3.2.- Comportamiento varietal en función de la zona productiva

Se han agrupado los ensayos en tres zonas en función de la producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

- 1.- Baja: incluye los ensayos con producciones medias inferiores a 14000 kg/ha. Representa una agrupación de siete ensayos.
- 2.- Media: incluye los ensayos con producciones medias comprendidas entre 14000 y 16000 kg/ha. Representa una agrupación de nueve ensayos.
- 3.- Alta: incluye los ensayos con producciones medias superiores a 16000 kg/ha. Representa una agrupación de siete ensayos.

En la Tabla 31 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona productiva, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Las variedades ensayadas han presentado diferencias significativas de rendimiento ($p < 0,0001$) y las zonas productivas han mostrado un distinto potencial productivo mostrando también diferencias significativas entre ellas ($p < 0,0001$). La interacción variedad por zona productiva no ha resultado significativa ($p=0,4794$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en función de las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 31.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2016 y 2017, en función de la zona productiva.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Zona Productiva	2	F	51,81	< 0,0001		
	Localidad*Zona Productiva		A			0	-
	Año	1	F	0,81	0,3683		
	Zona Productiva*Año	2	F	0,2	0,8226		
	Localidad*Zona Productiva*Año		A			574,554	0
U	Variedad	8	F	5,39	< 0,0001		
E U	Zona Productiva*Variedad	16	F	1	0,4794		
	Localidad*Variedad*Zona Productiva		A			24,314	343,979
	Variedad*Año	8	F	0,85	0,5672		
	Zona Productiva*Variedad*Año	16	F	0,73	0,7461		
	Localidad*Zona Productiva*Variedad*Año		A			662,716	376,923
	ERROR		A			873,573	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 32, 33 y 34 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas productivas (Alta, Media y Baja). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades en función del potencial productivo de los ensayos.

Tabla 32.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017 en la zona productiva Baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
PR33Y72 (T) *	12645	103,1	a
KONTIGOS	12330	100,5	a
CHARLESTON	12317	100,4	a
PR32W86 (T)	12176	99,2	a
SY JULLEN	12149	99,0	a
PR33Y74 (T)	11986	97,7	a
MILOXAN YG *	11847	96,6	a
LG 30.707 YG *	11675	95,2	a
SY ZOAN	11268	91,8	a
MEDIA DEL ENSAYO		12044 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		12269 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,3878	

* Variedades transgénicas.

Tabla 33.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona productiva Media. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
PR33Y72 (T) *	16162	102,9	a
PR33Y74 (T)	15989	101,8	a
KONTIGOS	15337	97,6	ab
CHARLESTON	15162	96,5	ab
LG 30.707 YG *	15085	96,0	ab
PR32W86 (T)	14975	95,3	ab
MILOXAN YG *	14781	94,1	ab
SY JULLEN	14310	91,1	ab
SY ZOAN	14063	89,5	b
MEDIA DEL ENSAYO		15096 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		15709 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,0036	

* Variedades transgénicas.

Tabla 34.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016 y 2017, en la zona productiva Alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
PR33Y72 (T) *	17393	102,5	a
PR33Y74 (T)	17393	102,5	a
CHARLESTON	17133	100,9	a
MILOXAN YG *	16359	96,4	a
PR32W86 (T)	16134	95,1	a
LG 30.707 YG *	15975	94,1	a
SY ZOAN	15944	93,9	a
KONTIGOS	15923	93,8	a
SY JULLEN	15586	91,8	a
MEDIA DEL ENSAYO		16427 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		16973 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,0150	

* Variedades transgénicas.

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 6 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona productiva.

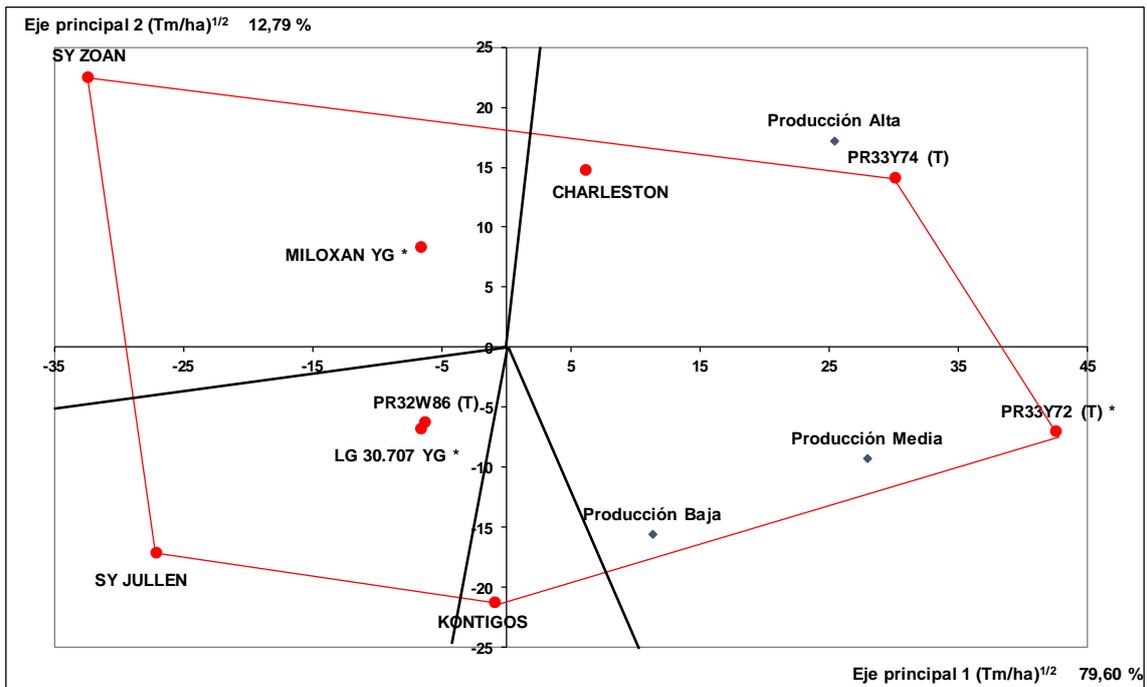


Figura 6.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016 y 2017, en función de la zona productiva.

Hay que recordar que la interacción variedad por zona productiva no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas. En todas las zonas las variedades más productivas han sido PR33Y74 y PR33Y72.

3.3- Ciclo 400-500.

3.3.1.- Variedades.

En la Tabla 35 se muestran las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas el año 2017.

Tabla 35.- Variedades de maíz de ciclo 400 y 500 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2017.

Variedades	Ciclo FAO	Año de ensayo	Registro	Empresa
DKC5542	500	Testigo	España (2008)	MONSANTO
LG 34.90	400	Testigo	Italia (2008)	LG
P1114	500	Testigo	Italia (2003)	PIONEER HI-BRED
P0933	500	3º	Italia (2013)	PIONEER HI-BRED
CAPUZI	500	2º	Italia (2015)	SEMILLAS CAUSSADE
KLIMT YG *	500	2º	Portugal (2011)	KWS
MAS 54H	500	2º	España (2015)	MAÍSADOUR
MEXINI	500	2º	Italia (2014)	RAGT
P0933Y *	500	2º	Portugal (2016)	PIONEER HI-BRED
RGT CORUXXO	500	2º	Francia (2015)	RAGT
RGT LEXXTOUR	400	2º	Francia (2014)	RAGT
DEBUSSY	400	1º	Italia (2016)	EURALIS
KENOBIS	400	1º	Francia (2016)	KWS
LG30498	400	1º	España (2017)	LG
MAS 53.R	500	1º	Italia (2016)	MAÍSADOUR
MAS 55.N	500	1º	Italia (2017)	MAÍSADOUR
P0937	500	1º	Italia (2015)	PIONEER HI-BRED
RGT REFLEXXION	400	1º	Portugal (2016)	RAGT
SY GIBRA	400	1º	Francia (2016)	SYNGENTA
SY HELIUM	500	1º	Italia (2016)	SYNGENTA

* Variedades transgénicas.

3.3.2.- Resultados del año 2017

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2017. Se han incluido 11 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota, Ejea y Zuera (Aragón); Las Tiesas y Malpica de Tajo (Castilla-La Mancha); Arabayona de Mógica, Fresno de Ribera, San Bernardo y San Juan de Torres (Castilla y León); Aranjuez (Madrid) y Tudela (Navarra).

No se han incluido en el análisis conjunto de la producción los ensayos de Ciudad Real (Castilla-La Mancha) al presentar un coeficiente de variación superior al establecido por el protocolo y tampoco el ensayo de Espinosa de Henares (Castilla-La Mancha) al presentar un número de variedades inferior al 75% del listado oficial GENVCE.

En la tabla 36 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 400 y 500 realizados la campaña 2017. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados (p -valor $< 0,0001$) y la interacción localidad por variedad ha sido significativa (p -valor $< 0,0001$). La variedad P0937 ha sido la más productiva superando significativamente las producciones de DEBUSSY, DKC5542, RGT REFLEXXION, MAS 55.N, KENOBIS, SY GIBRA, MAS 53.R, KLIMT YG, RGT CORUXXO, RGT LEXXTOUR, LG30498, MAS 54H y SY HELIUM.

Tabla 36.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco del GENVCE durante el año 2017, respecto a los testigos DKC5542, LG 34.90 y P1114. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	Número de ensayos
P0937	15407	112,6	a	11
P0933Y *	14430	105,4	ab	10
CAPUZI	14208	103,8	ab	11
P1114 (T)	14000	102,3	ab	11
LG 34.90 (T)	13998	102,3	ab	11
P0933	13994	102,2	ab	11
MEXINI	13985	102,2	ab	11
SY HELIUM	13820	101,0	b	11
MAS 54H	13743	100,4	b	11
LG30498	13717	100,2	b	11
RGT LEXXTOUR	13634	99,6	b	11
RGT CORUXXO	13621	99,5	b	11
KLIMT YG *	13532	98,9	b	10
MAS 53.R	13404	97,9	b	11
SY GIBRA	13388	97,8	b	11
KENOBIS	13387	97,8	b	11
MAS 55.N	13186	96,3	b	11
RGT REFLEXXION	13170	96,2	b	11
DKC5542 (T)	13064	95,4	b	11
DEBUSSY	12972	94,8	b	11
Media del ensayo (kg/ha)	13733 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	13687 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p-valor < 0,0001			
Coefficiente de variación	7,38 %			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p-valor < 0,0001			

* Variedades transgénicas.

En las Tablas 38 y 39 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados el año 2017.

Tabla 38.- Densidad de plantas, fecha de floración femenina y de madurez fisiológica respecto al testigo P1114 y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2017. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m ²)	Fecha de floración femenina (días/P1114)	Fecha de madurez fisiológica (días/P1114)	Humedad (%)
CAPUZI	8,11 a	1	1	17,3 ab
DEBUSSY	8,13 a	-1	-7	15,7 cde
DKC5542 (T)	8,15 a	1	-5	16,1 bcde
KENOBIS	8,18 a	-2	-6	15,4 de
KLIMT YG *	8,23 a	5	8	18,0 a
LG 34.90 (T)	8,15 a	0	-4	15,3 e
LG30498	8,23 a	1	-8	16,4 bcde
MAS 53.R	8,01 a	0	-2	16,4 bcde
MAS 54H	7,98 ab	5	-2	15,7 cde
MAS 55.N	8,11 a	1	-4	16,6 bcde
MEXINI	8,23 a	0	-4	16,1 bcde
P0933	7,92 ab	1	-4	16,9 abc
P0933Y *	8,18 a	1	-3	17,2 ab
P0937	8,28 a	1	-4	16,2 bcde
P1114 (T)	8,26 a	0	0	17,0 abc
RGT CORUXO	8,07 a	2	4	16,5 bcde
RGT LEXXTOUR	7,94 ab	-1	-9	15,6 cde
RGT REFLEXXION	8,20 a	-1	-13	15,6 cde
SY GIBRA	7,53 b	0	-1	15,5 cde
SY HELIUM	7,89 ab	3	2	16,7 abcd

Media del ensayo	8,09	13 de julio ¹	14 de septiembre ²	16,3
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001	-	-	< 0,0001
Número de ensayos	12	11	1	13

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

¹ Fecha de floración de la variedad testigo P1114. ² Fecha de madurez fisiológica de la variedad testigo P1114

* Variedades transgénicas.

La densidad media de plantas de los ensayos realizados ha sido de 8,09 plantas/m². La fecha de floración femenina media ha sido el 13 de Julio, el mismo día que la variedad de referencia P1114. Las variedades MAS 54H y KLIMT YG han presentado la fecha de floración femenina más tardía (5 días más tarde que el testigo); mientras que KENOBIS ha sido el híbrido con una floración más precoz (2 días antes que P1114). La fecha de madurez fisiológica del ensayo de Las Tiesas (Castilla-La Mancha) ha sido el día 11 de septiembre. Los híbridos KLIMT YG, CAPUZI y P0933Y han mostrado la mayor humedad en el momento de la cosecha, mostrando diferencias significativas con LG 34.90, KENOBIS, entre otras.

Tabla 39.- Altura de la planta y del nudo de inserción de la mazorca y peso específico de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco del GENVCE, durante el año 2017. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Altura de la Planta (cm)	Altura del nudo de inserción de la mazorca (cm)	Peso específico (kg/hl)
CAPUZI	263 abcd	102 ab	73,9 abc
DEBUSSY	254 cd	99 b	73,5 abc
DKC5542 (T)	268 abcd	115 a	74,7 abc
KENOBIS	260 abcd	106 ab	74,6 abc
KLIMT YG *	262 abcd	105 ab	72,4 bc
LG 34.90 (T)	273 abc	106 ab	72,4 c
LG30498	267 abcd	105 ab	73,8 abc
MAS 53.R	261 abcd	105 ab	74,2 abc
MAS 54H	274 ab	114 ab	72,5 bc
MAS 55.N	277 a	114 ab	74,9 abc
MEXINI	250 d	102 ab	75,5 ab
P0933	261 abcd	100 ab	76,3 a
P0933Y *	256 bcd	102 ab	75,0 abc
P0937	256 bcd	101 ab	73,8 abc
P1114 (T)	255 cd	100 b	75,8 a
RGT CORUXXO	260 abcd	108 ab	72,5 bc
RGT LEXXTOUR	250 d	101 ab	74,2 abc
RGT REFLEXXION	252 d	106 ab	74,0 abc
SY GIBRA	261 abcd	101 ab	72,0 c
SY HELIUM	262 abcd	110 ab	73,5 abc
Media del ensayo	261	105	74,0
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	< 0,0001	0,0005	< 0,0001
Número de ensayos	12	11	7

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Edwards & Berry ($\alpha=0,05$).

* Variedades transgénicas.

Los híbridos MAS 55.N, MAS54H y LG34.90 han sido los que han presentado una mayor altura de la planta, con diferencias significativas con RGT LEXXTOUR, MEXINI y RGT REFLEXXION. El testigo DKC5542 ha presentado la mayor altura de inserción de la mazorca, mostrando diferencias significativas con DEBUSSY y P1114.

Durante la campaña 2017 no se han observado problemas importantes de rotura de plantas por debajo de la mazorca en los ensayos que se han realizado en el marco de GENVCE.

Los híbridos P0933 y P1114 han presentado los mayores valores de peso específico entre todas las variedades ensayadas.

En la Figura 7 se observa la representación gráfica de la producción de las distintas variedades así como su humedad en el momento de la cosecha. Es interesante destacar el comportamiento del híbrido P0937 que ha sido la más productiva y a la vez ha mostrado una humedad baja (similar a la del testigo DKC5542).

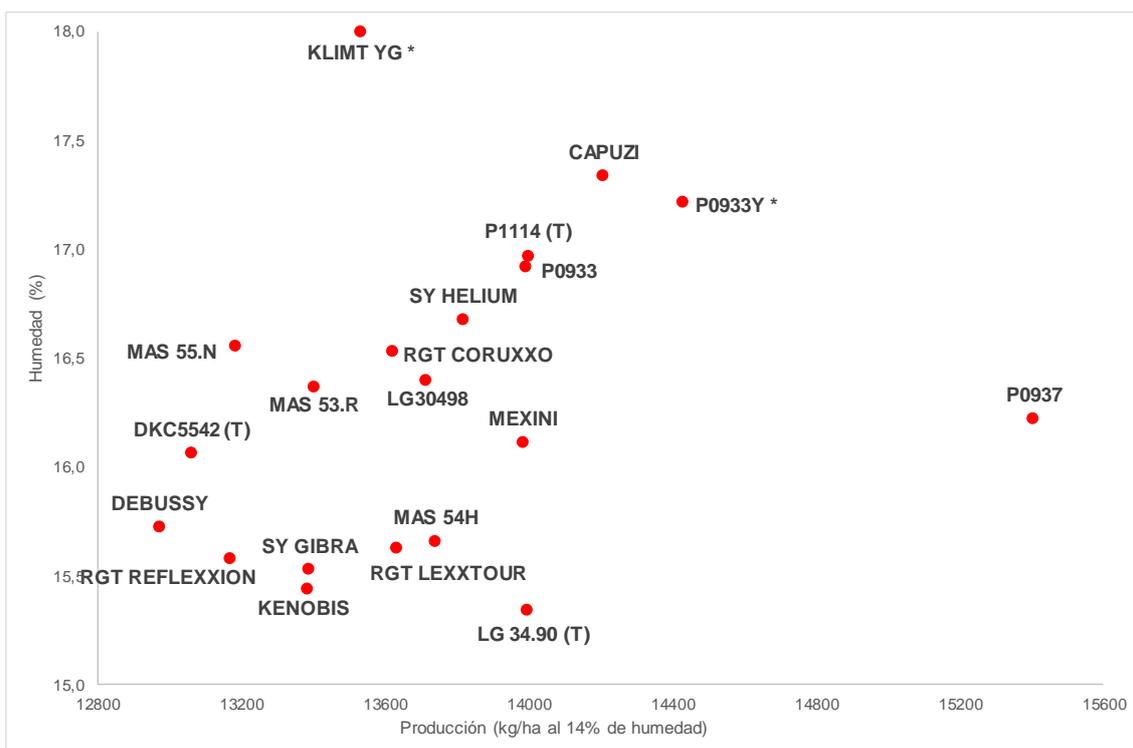


Figura 7.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas, en el marco del GENVCE durante el año 2017. * Variedades transgénicas.

3.3.3.- Resultados conjuntos de los años 2016 y 2017.

Para el análisis conjunto de los datos de los años 2016 y 2017 se han considerado las variedades CAPUZI, KLIMT YG MAS 54H, MEXINI, P0933, P0933Y, RGT CORUXXO y RGT LEXXTOUR, junto con los testigos DKC5542, LG 34.90 y P1114, las cuáles han estado presentes los dos años de ensayo. Se han considerado un total de 24 ensayos de los cuales 13 corresponden al año 2016 y 11 al año 2017.

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 40). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p = 0,0011$) si bien éstas no han tenido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo ($p = 0,4371$).

Tabla 40.- Resultados del análisis de varianza de la producción, con los datos obtenidos en el marco del GENVCE durante los años 2016-2017.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
W	Año	1	F	0,29	0,6166		
	Localidad		A			3932,032	1543,607
	Localidad*Año		A			449,132	401,277
U	Variedad	10	F	3,45	0,0011		
G	Variedad*Año	10	F	1,02	0,4371		
	Variedad*Localidad		A			67,737	213,637
	Localidad*Variedad*Año		A			668,245	258,318
	ERROR		A			1072,364	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 41 se pueden observar las producciones medias de las variedades ensayadas las campañas 2016 y 2017. No se han observado diferencias significativas entre ellas.

Tabla 41.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 500 ensayadas en el marco del GENVCE durante los años 2016-2017. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry ($\alpha = 0.05$)	Número de ensayos
P0933Y *	14452	103,2	a	19
P0933	14356	102,5	a	24
CAPUZI	14303	102,2	a	24
P1114 (T)	14264	101,9	a	24
LG 34.90 (T)	14256	101,8	a	24
MEXINI	14136	101,0	a	24
RGT CORUXXO	13914	99,4	a	20
MAS 54H	13535	96,7	a	18
DKC5542 (T)	13480	96,3	a	22
RGT LEXXTOUR	13420	95,9	a	24
KLIMT YG *	13406	95,8	a	19

Media del ensayo	13957 kg/ha al 14% de humedad
Índice 100 (kg/ha)	14000 kg/ha al 14% de humedad
Coefficiente de variación	7,42 %

* Variedades transgénicas.

En la Tabla 42 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de todas las variedades analizadas. Las variedades ZP0933Y, P0933, CAPUZI y P1114 se han situado mayoritariamente (68, 50, 50 y 50 % de los ensayos) entre las variedades más productivas; por el contrario, KLIMT YG se ha situado fundamentalmente en el tercil inferior (58 % de los ensayos). Destaca la elevada estabilidad de la variedad P1114 que se ha situado mayoritariamente en el tercil superior.

Tabla 42.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016-2017.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
P0933Y *	13	5	1	825,581
P0933	12	6	6	1019,788
CAPUZI	12	8	4	436,245
P1114 (T)	12	9	3	293,192
LG 34.90 (T)	11	10	3	403,250
MEXINI	10	12	2	585,721
RGT CORUXXO	8	3	9	781,981
MAS 54H	4	4	10	1069,588
DKC5542 (T)	5	3	14	1014,214
RGT LEXXTOUR	5	8	11	1156,209
KLIMT YG *	4	4	11	869,944
GxE (Componente de la varianza)				751,840

* Variedades transgénicas.

3.3.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona geográfica

Se han agrupado los ensayos en dos zonas geográficas, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Norte: incluye los ensayos de Aragón, Castilla y León y Navarra. Representa una agrupación de diecisiete ensayos.

2.- Centro: incluye los ensayos de Castilla-La Mancha y Madrid. Representa una agrupación de siete ensayos.

En la Tabla 43 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades ($p=0,0048$). Por el contrario, no se han observado diferencias significativas entre las zonas geográficas preestablecidas ($p=0,8464$) y la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa ($p=0,7304$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 43.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2016-2017, en función de la zona geográfica.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Zona Geográfica	1	F	0,04	0,8464		
	Localidad*Zona Geográfica		A			3689,259	1483,721
	Año	1	F	0,35	0,5879		
	Zona Geográfica*Año	1	F	3,77	0,1288		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			319,68	365,595
G	Variedad	10	F	2,92	0,0048		
G*E	Zona Geográfica*Variedad	10	F	0,69	0,7304		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			14,494	258,738
	Variedad*Año	10	F	0,76	0,6679		
	Zona Geográfica*Variedad*Año	10	F	0,13	0,9993		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			753,837	304,607
	ERROR		A			1072,364	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 44 y 45 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas geográficas (Norte y Centro). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 44.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016-2017, en la zona geográfica Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
CAPUZI	14700	106,3	a
LG 34.90 (T)	14306	103,4	a
P0933	14303	103,4	a
P1114 (T)	14292	103,3	a
MEXINI	13979	101,1	a
P0933Y *	13816	99,9	a
RGT CORUXO	13786	99,7	a
KLIMT YG *	13767	99,6	a
MAS 54H	13435	97,2	a
RGT LEXXTOUR	13049	94,4	a
DKC5542 (T)	12889	93,2	a
MEDIA DEL ENSAYO	13847 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	13829 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,1010		

* Variedades transgénicas.

Tabla 45.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016-2017, en la zona geográfica del Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P0933Y *	14675	104,1	a
P0933	14425	102,3	a
P1114 (T)	14294	101,4	a
LG 34.90 (T)	14286	101,3	a
MEXINI	14243	101,0	a
CAPUZI	14200	100,7	a
RGT CORUXXO	14046	99,6	a
DKC5542 (T)	13708	97,2	a
MAS 54H	13633	96,7	a
RGT LEXXTOUR	13625	96,7	a
KLIMT YG *	13358	94,8	a
MEDIA DEL ENSAYO		14045 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		14096 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,0236	

* Variedades transgénicas.

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 8 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona geográfica.

No hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y en consecuencia no existe un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas.

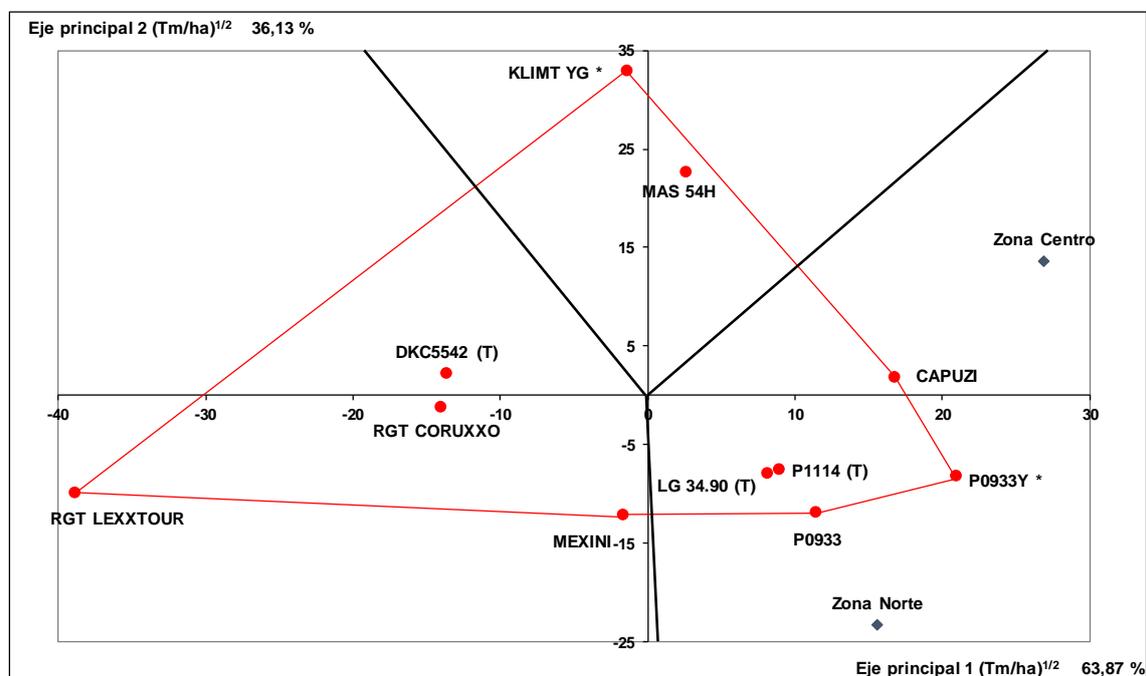


Figura 8.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016-2017, en función de la zona geográfica. * Variedades transgénicas.

3.3.3.2.- Comportamiento varietal en función de la zona productiva

Se han agrupado los ensayos en dos zonas en función de la producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Baja: incluye los ensayos cuya producción media es inferior a 14000 kg/ha. Representa una agrupación de once ensayos.

2.- Alta: incluye los ensayos cuya producción media es superior a 14000 kg/ha. Representa una agrupación de trece ensayos.

En la Tabla 46 aparece el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona productiva, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas de producción entre las zonas productivas establecidas ($p < 0,0001$) y entre variedades ($p = 0,0025$). No obstante, no se ha observado una interacción variedad por zona productiva significativa ($p = 0,9096$), en consecuencia, el comportamiento de las variedades no ha diferido en función de la zona productiva.

Tabla 46.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo del GENVCE, durante las campañas 2016-2017 en función de la zona productiva.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Zona Productiva	1	F	27,28	< 0,0001		
	Localidad*Zona Productiva		A			1332,908	664,624
	Año	1	F	0,05	0,8284		
	Zona Productiva*Año	1	F	0	0,9694		
	Localidad*Zona Productiva*Año		A			404,449	365,273
U	Variedad	10	F	3,21	0,0025		
E U	Zona Productiva*Variedad	10	F	0,46	0,9096		
	Localidad*Variedad*Zona Productiva		A			118,972	313,035
	Variedad*Año	10	F	1,06	0,4149		
	Zona Productiva*Variedad*Año	10	F	0,71	0,7094		
	Localidad*Zona Productiva*Variedad*Año		A			629,728	344,791
	ERROR		A			1072,364	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 47 a 48 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas productivas. Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa y, en consecuencia, no tiene sentido analizar el comportamiento de las variedades por zonas geográficas.

Tabla 47.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016-2017, en la zona productiva Alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P0933	15807	102,7	a
P0933Y *	15765	102,5	a
P1114 (T)	15607	101,4	a
LG 34.90 (T)	15591	101,3	a
MEXINI	15569	101,2	a
CAPUZI	15490	100,7	a
RGT CORUXXO	14968	97,3	a
DKC5542 (T)	14961	97,2	a
MAS 54H	14742	95,8	a
KLIMT YG *	14739	95,8	a
RGT LEXXTOUR	14478	94,1	a
MEDIA DEL ENSAYO	15247 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	15386 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0133		

* Variedades transgénicas.

Tabla 48.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco del GENVCE, durante los años 2016-2017, en la zona productiva Baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
CAPUZI	12523	104,4	a
P0933Y *	12505	104,2	a
P1114 (T)	12314	102,6	a
LG 34.90 (T)	12313	102,6	a
P0933	12293	102,5	a
RGT CORUXXO	12186	101,6	a
MEXINI	12081	100,7	a
RGT LEXXTOUR	11820	98,5	a
MAS 54H	11747	97,9	a
KLIMT YG *	11430	95,3	a
DKC5542 (T)	11370	94,8	a
MEDIA DEL ENSAYO	12053 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	11999 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,2563		

* Variedades transgénicas.

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 9 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona productiva.

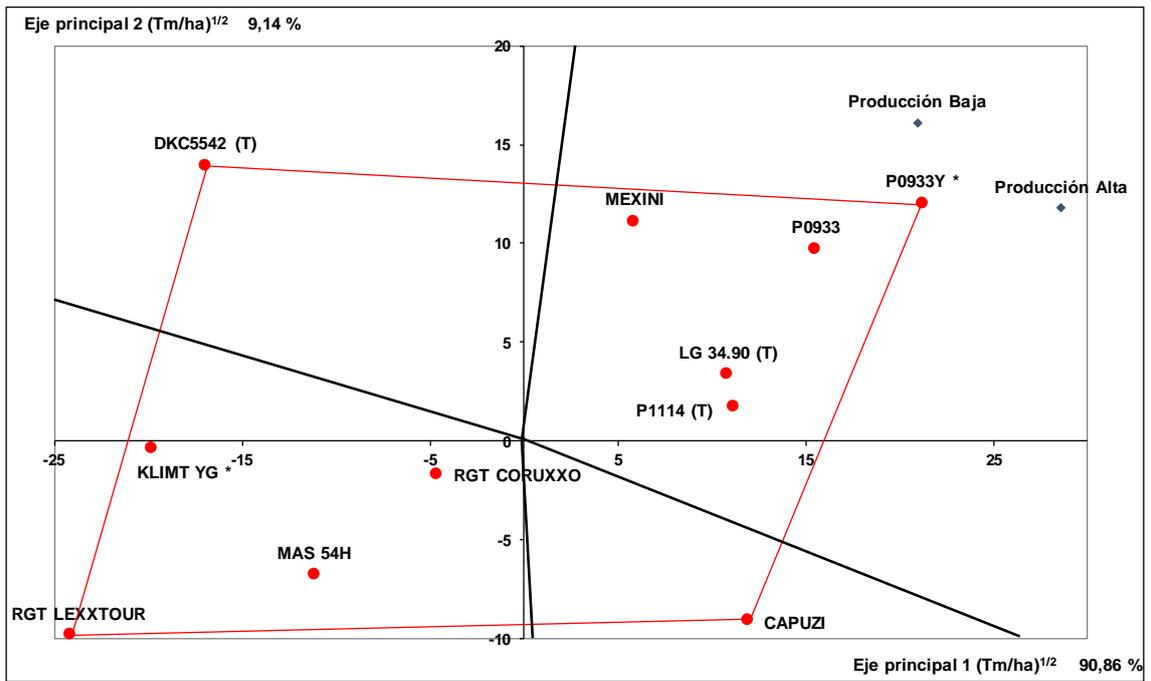


Figura 9.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2016-2017, en función de la zona productiva. * Variedades transgénicas.