

**GRUPO PARA LA EVALUACIÓN DE NUEVAS  
VARIEDADES DE CULTIVOS EXTENSIVOS 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 2023.**

# 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 2023.

### 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 2023.

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

### 2.- MATERIAL Y MÉTODOS.

#### 2.1.- Variedades.

Durante la campaña 2023 se han estudiado híbridos convencionales y transgénicos de ciclos 700, 600, 500 y 400. 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 de GENVCE, durante la campaña 2023.

CICLO 600-700	CICLO 400-500
672YG <sup>Y</sup>	6130C
DKC6715	EXPERTIZE
DKC6980	FABIO
KWS KERUBINO	INDEM668
KWS POSEIDO	KLINKER YG <sup>Y</sup>
LG31642	LG31555
LG31677	MAS 524A
LG31710 YG <sup>Y</sup>	P0710
LID 7001C	P0900
MAS 674L	PIANELLO
MAXEED	RGT HUXXO
P1441	RGT MEXXPLEDE
P1884	SY ANDROMEDA
SY CADMIUM	SY ARNOLD
ZAPOTEK YG <sup>Y</sup>	SY BLADE
<b><u>TESTIGOS</u></b>	<b><u>TESTIGOS</u></b>
IXABEL	DKC5032YG <sup>Y</sup>
P1921	LG31545
	P0937

<sup>Y</sup> Variedades transgénicas

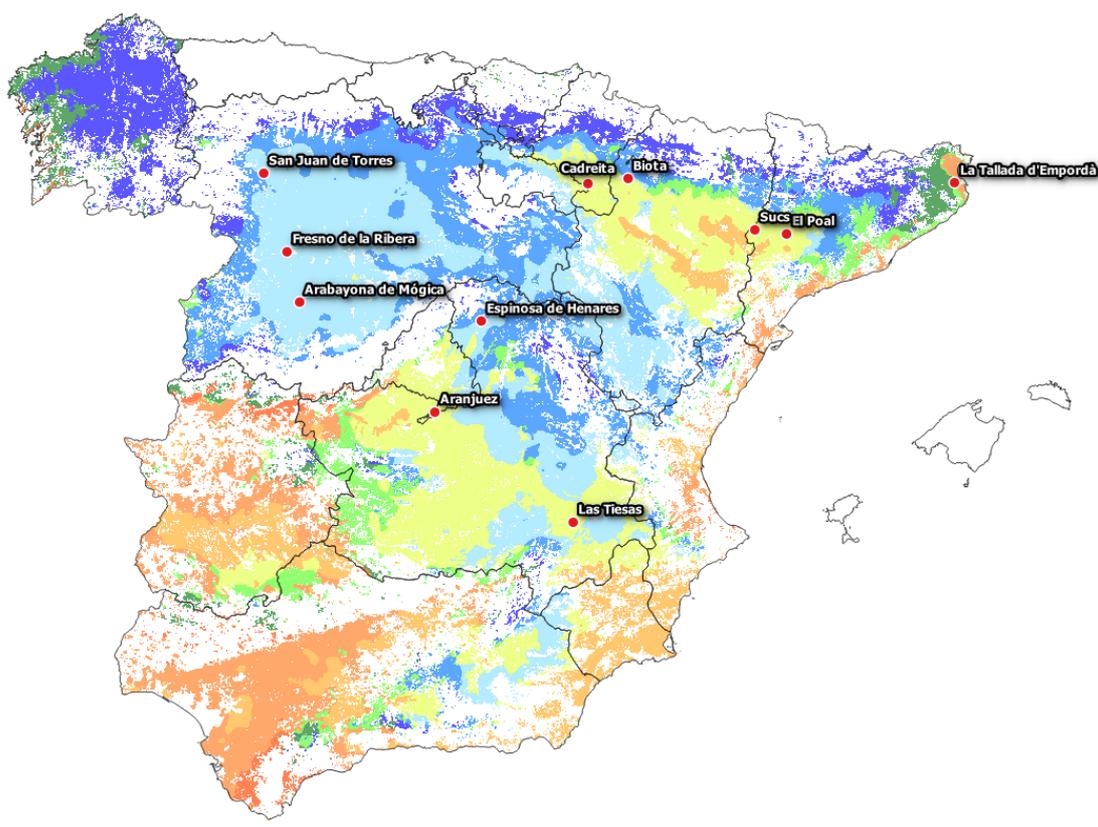
Durante el año 2023 se han testado un total de 35 variedades distintas, incluyendo cinco testigos (DKC5032YG, IXABEL, P1921, LG31545 y P0937). De entre las nuevas variedades, 12 corresponden a ciclo 700, 5 a ciclo 600, 11 a ciclo 500, 5 a ciclo 400 y 1 a ciclo 300 (incluida en los resultados de 400-500); 5 de ellas son transgénicas derivadas del MON810, con resistencia total a los taladros del maíz.

Las variedades IXABEL y P1921 han sido los testigos en los ensayos de ciclo 600 y 700; y DKC5032YG, LG31545 y P0937 en los de ciclo 400 y 500.

## 2.2. - Localización de los ensayos.

Los ensayos han sido realizados por entidades públicas de carácter autonómico de Aragón (DGA), Castilla-La Mancha (IRIAF e ITAP), Castilla y León (ITACyL), Cataluña (IRTA), Madrid (IMIDRA) y Navarra (INTIA).

Figura 1. Mapa de las localidades de los ensayos de Maíz 400-500 y 600-700 cosechados en la campaña 2023.



En la Tabla 2 se puede observar la distribución de los ensayos de diferentes ciclos por Comunidades Autónomas.

Tabla 2.- Distribución de los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante la campaña 2022 por Comunidades Autónomas.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	CICLO 600-700	CICLO 400-500	TOTAL
ARAGÓN	1	1	2
CASTILLA-LA MANCHA	2	2	4
CASTILLA Y LEÓN	-	3	3
CATALUNYA	2	1	3
MADRID	1	1	2
NAVARRA	1	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>16</b>

### **2.3.- Características de los ensayos.**

Los ensayos se han realizado en parcela pequeña, con 3 o 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 m<sup>2</sup>

Se han analizado un total de 24 ensayos, 12 de cada grupo de ciclos FAO

Los criterios de validación de los ensayos han sido los siguientes:

- Coeficiente de variación (CV) de la producción inferior al 12%.
- Densidad de plantas media de cada variedad superior a 60.000 plantas/ha.
- Los ensayos deben presentar más del 75% de las variedades incluidas en el protocolo común.

En este informe no se incluye el ensayo de Ontinar de Salz, una de las localidades de Aragón, que se ha descartado debido a problemas de sequía, tanto en ciclos de 600-700 como de 400-500. Finalmente, se han obtenido 7 ensayos del ciclo 600-700 y 9 ensayos del ciclo 400-500. Es decir, un total de 16 ensayos de la red maíz 2023.

### **2.4.- Parámetros estudiados.**

Los parámetros más importantes que se han estudiado son:

- Producción
- Humedad del grano
- Densidad de plantas
- Fecha de nacencia
- Fecha de floración femenina
- Altura de la planta
- Altura del nudo de inserción de la mazorca
- Plantas rotas por debajo de la mazorca
- Ataque de los taladros del maíz
- Podredumbre de la base del tallo
- Virosis (MDMV y MRDV)
- Peso hectolítrico
- Peso de mil granos
- Stay-green (verdor después de madurez fisiológica).

### 3.- RESULTADOS.

#### 3.1.- Ciclos 600 y 700.

##### 3.1.1.- Variedades.

En la Tabla 3 se pueden observar las variedades de maíz de ciclos 600 y 700 ensayadas en el año 2023.

Tabla 3.- Variedades de maíz de ciclo 600 y 700 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2023.

Variedades	CICLO FAO	Año de ensayo	Registro	Empresa
<b>IXABEL</b>	700	Testigo	España (2016)	RAGT IBERICA
<b>P1921</b>	700	Testigo	Italia (2010)	CORTEVA PIONEER
<b>KWS KERUBINO</b>	600	3º	Italia (2018)	KWS SEMILLAS IBÉRICA
<b>KWS POSEIDO</b>	700	3º	Italia (2021)	KWS SEMILLAS IBÉRICA
<b>LG31677</b>	700	3º	Italia (2020)	LIMAGRAIN IBÉRICA
<b>LG31710 YG*</b>	700	3º	España (2020)	LIMAGRAIN IBÉRICA
<b>672YG*</b>	700	2º	España (2022)	MAS SEEDS
<b>DKC6980</b>	700	2º	España (2018)	BAYER DEKALB
<b>LG31642</b>	700	2º	Italia (2021)	LIMAGRAIN IBÉRICA
<b>MAXEED</b>	600	2º	Italia (2020)	RAGT IBERICA
<b>P1884</b>	700	2º	Italia (2021)	CORTEVA PIONEER
<b>DKC6715</b>	700	1º	España (2022)	BAYER DEKALB
<b>LID 7001C</b>	600	1º	Italia (2023)	LIDEA
<b>MAS 674L</b>	600	1º	Italia (2023)	MAS SEEDS
<b>P1441</b>	700	1º	Italia, España (2021/22)	CORTEVA PIONEER
<b>SY CADMIUM</b>	600	1º	Italia (2022)	SYNGENTA
<b>ZAPOTEK YG</b>	700	1º	España (2022)	LIDEA

\* Variedades transgénicas

##### 3.1.2.- Resultados del año 2023.

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2023 con únicamente las variedades de maíz convencionales, se han incluido 7 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota (Aragón); El Poal y La Tallada d'Empordà (Catalunya); Aranjuez (Madrid); Las Tiesas y Espinosa de Henares (Castilla-La Mancha) y Cadreita (Navarra).

En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis estadístico de la producción de todos los ensayos válidos únicamente con las variedades de maíz convencionales de ciclos 600 y 700. Se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas ( $p$ -valor = 0,0107), y éstas han presentado un comportamiento variable en función de la localidad de ensayo ( $p$ -valor = 0,0014). DKC6980 y P1441 han sido las variedades con un rendimiento más destacado, superando estadísticamente a la variedad de ciclo 600 LID 7001C. El resto de variedades no se han diferenciado entre grupos productivos, obtenemos LG 31677 y DKC6715 como las únicas variedades por encima del índice productivo de las variedades testigo.

Tabla 4.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700, ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2023 respecto a los testigos (\*) IXABEL y P1921. 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
DKC6980	15420	105,8	a	7
P1441	15406	105,7	a	7
LG31677	15044	103,2	ab	7
DKC6715	14883	102,1	ab	7
P1921 *	14743	101,2	ab	7
IXABEL *	14405	98,8	ab	7
MAXEED	14350	98,5	ab	7
P1884	14331	98,3	ab	7
LG31642	14324	98,3	ab	7
KWS POSEIDO	14153	97,1	ab	7
SY CADMIUM	14007	96,1	ab	7
MAS 674L	13372	91,8	ab	7
KWS KERUBINO	13352	91,6	ab	7
LID 7001C	12940	88,8	b	7
<b>Media del ensayo (kg/ha)</b>			14338 kg/ha al 14% de humedad	
<b>Índice 100 (kg/ha)</b>			14574 kg/ha al 14% de humedad	
<b>Nivel de significación de la variedad</b>			<i>p</i> -valor = 0,0107	
<b>Coefficiente de variación</b>			8,44 %	
<b>Nivel de significación de la interacción localidad*variedad</b>			<i>p</i> -valor =0,0014	

También se ha procedido al análisis conjunto de los ensayos realizados en el año 2023 con las variedades de maíz convencionales más las transgénicas, donde se han incluido 6 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota (Aragón); El Poal y La Tallada d'Empordà (Catalunya), Las Tiesas (Castilla-La Mancha), Aranjuez (Madrid) y Cadreita (Navarra).

Los resultados del análisis estadístico de la producción de los ensayos válidos, que incluyen también las variedades de maíz transgénicas, se muestran en la Tabla 5. También se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas (*p*-valor = 0,007), pero no un comportamiento variable en función de la localidad de ensayo (*p*-valor = 0,0611). La variedad transgénica ZAPOTEK YG es la que ha presentado la mayor producción de grano superando estadísticamente a LID 7001C, KWS KERUBINO y MAS 674L, estas últimas de ciclo FAO 600. El resto de variedades no se han diferenciado entre grupos productivos destacando las variedades DKC6980, P1441, DKC6715, LG31677 y LG31710 YG, todas ellas con un índice productivo por encima del de las variedades de referencia.

Tabla 5.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700, ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2023, respecto a los testigos (\*) IXABEL y P1921. 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
ZAPOTEK YG <sup>Y</sup>	15557	110,6	a	6
DKC6980	15165	107,8	ab	6
P1441	15025	106,8	ab	6
DKC6715	14858	105,7	ab	6
LG31677	14733	104,8	ab	6
LG31710 YG <sup>Y</sup>	14445	102,7	ab	6
P1921 *	14261	101,4	ab	6
672YG <sup>Y</sup>	14238	101,3	ab	6
LG31642	14070	100,1	ab	6
P1884	13926	99,0	ab	6
MAXEED	13897	98,8	ab	6
KWS POSEIDO	13885	98,7	ab	6
IXABEL *	13864	98,6	ab	6
SY CADMIUM	13598	96,7	ab	6
MAS 674L	12984	92,3	b	6
KWS KERUBINO	12950	92,1	b	6
LID 7001C	12707	90,4	b	6
<b>Media del ensayo (kg/ha)</b>	14394 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Índice 100 (kg/ha)</b>	14127 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Nivel de significación de la variedad</b>	<i>p</i> -valor = 0,0070			
<b>Coefficiente de variación</b>	7,46 %			
<b>Nivel de significación de la interacción localidad*variedad</b>	<i>p</i> -valor = 0,0611			

\* Variedades testigo, Y Variedades transgénicas.

En las Tablas 6 y 7 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados en la campaña 2023.

La densidad media de todos los ensayos ha sido de 8,75 plantas/m<sup>2</sup>. La variedad P1441 es la que ha presentado la mayor densidad de plantas, destacando también P1884 y DKC6715 entre las variedades con valores más altos. 672YG y KWS KERUBINO son las que han presentado menor densidad de planta.

La fecha media de floración femenina de esta campaña ha sido el 16 de Julio, un día antes que la fecha de referencia correspondiente a P1921. Las variedades más precoces de la campaña han sido P1441 y LID 7001C, avanzándose tres días a la fecha de referencia. LG31677 y LG31710 YG con un día de retraso respecto a P1921 son las que han tenido la fecha de floración más tardía.

La variedad ZAPOTEK YG es la que ha presentado mayor humedad en grano en cosecha, con un valor significativamente más alto que el resto de variedades excepto KWS POSEIDO, DKC6980, LG31710YG y P1884. Las variedades de ciclo 600 tienen menor humedad de grano, siendo LID 7001C y MAXEED las de más baja humedad.

Las variedades P1884, KWS POSEIDO y MAXEED han presentado los mayores valores de altura de la planta, mostrando diferencias significativas con 672YG, LID 7001C, DKC6715 y KWS KERUBINO que han sido, por este orden, las más bajas. No se han detectado diferencias significativas en la altura de inserción de la mazorca. SY CADMIUM, DKC6715 y LG31677 son las variedades con mayor altura de inserción. La inserción más baja la han presentado LG31710 YG y 672YG.

Respecto al peso específico, la testigo P1921 seguida de DKC6715 son las variedades con mayores estadísticamente más altos. Por el contrario, los valores más bajos se han observado en LG31710YG y LG31677.

El porcentaje medio de plantas rotas ha sido del 2,6% en los ensayos de 2023. Aunque las diferencias entre variedades no han sido estadísticamente significativas, se ha observado una

mayor tendencia de plantas rotas en P1884, mientras que LG31710 YG y 672YG son las que han presentado menor afectación. La testigo IXABEL es la que ha presentado una mayor incidencia de podredumbre del tallo. P1441 y 672YG, contrariamente, han tenido la menor proporción de plantas con esta sintomatología. ZAPOTEK YG es la variedad que mantiene mayor verdor y LID 7001C es la que muestra mayor senescencia de hojas y tallos.

Tabla 6. Densidad de plantas, días respecto la fecha de floración femenina de la testigo P1921, humedad del grano, altura de la planta, altura de inserción de la mazorca y peso específico de las variedades de maíz de ciclo 600 y 700 ensayadas en la red GENVCE en el año 2023. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m <sup>2</sup> )	Floración femenina (días respecto P1921)	Humedad (%)	Altura planta (cm)	Altura inserción mazorca (cm)	Peso específico (kg/hL)
672YG <sup>Y</sup>	8,14 d	-2	17,7 bc	251 d	99	77,6 abcde
DKC6715	9,07 ab	0	18,0 bc	255 cd	113	78,7 ab
DKC6980	8,87 abc	-1	18,4 ab	268 abcd	103	76,8 bcdefg
IXABEL <sup>*</sup>	8,84 abcd	-1	17,9 bc	268 abcd	111	78,3 abc
KWS KERUBINO	8,22 cd	0	16,9 bc	257 bcd	107	75,9 defgh
KWS POSEIDO	8,59 abcd	0	18,4 ab	276 a	111	75,3 fgh
LG31642	8,53 abcd	-2	17,4 bc	266 abcd	107	75,5 efgh
LG31677	8,98 ab	1	17,8 bc	266 abcd	113	75,0 gh
LG31710 YG <sup>Y</sup>	9,04 ab	1	18,2 abc	262 abcd	98	74,1 h
LID 7001C	8,44 bcd	-3	16,8 c	252 d	104	75,5 efgh
MAS 674L	8,51 abcd	0	17,5 bc	267 abcd	105	76,1 cdefgh
MAXEED	8,65 abcd	0	16,8 c	273 ab	109	78,0 abc
P1441	9,19 a	-3	17,2 bc	261 abcd	105	75,7 efgh
P1884	9,10 ab	-1	18,1 abc	276 a	116	77,9 abcd
P1921 <sup>*</sup>	9,03 ab	0	18,0 bc	271 abc	111	79,4 a
SY CADMIUM	8,72 abcd	0	17,1 bc	265 abcd	114	77,4 abcdef
ZAPOTEK YG <sup>Y</sup>	8,83 abcd	-2	19,6 a	260 abcd	107	77,0 bcdefg
<b>Media del ensayo</b>	8,75	16-jul <sup>1</sup>	17,7	264	108	76,7
<b>p-valor variedades</b>	<0,0001	-	<0,0001	<0,0001	0,0739	<0,0001
<b>Número de ensayos</b>	6	5	6	6	5	5

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

<sup>1</sup> Fecha de floración de la variedad testigo P1921. <sup>\*</sup> Variedades testigo, <sup>Y</sup> Variedades transgénicas.

Tabla 7. Plantas rotas, podredumbre de la base del tallo y escala de "stay green" de las variedades de maíz de ciclo 600 y 700 ensayadas en la red GENVCE en el año 2023. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Plantas rotas (%)	Podredumbre tallo (%)	Stay Green [0-5]
672YG <sup>Y</sup>	1,0	0,3	3,7 ab
DKC6715	2,2	2,9	3,4 ab
DKC6980	2,4	6,6	3,3 ab
IXABEL <sup>*</sup>	2,0	9,9	3,2 ab
KWS KERUBINO	3,2	0,6	3,0 ab
KWS POSEIDO	2,1	3,0	3,0 ab
LG31642	5,0	1,6	3,4 ab
LG31677	1,5	6,5	3,5 ab
LG31710 YG <sup>Y</sup>	0,9	1,8	3,8 ab
LID 7001C	1,9	1,6	1,9 b
MAS 674L	2,5	2,4	3,1 ab
MAXEED	3,9	1,0	2,9 ab
P1441	2,2	0,2	3,1 ab
P1884	6,2	2,6	3,0 ab
P1921 <sup>*</sup>	3,3	3,4	2,9 ab
SY CADMIUM	1,8	2,0	3,1 ab
ZAPOTEK YG <sup>Y</sup>	1,7	1,0	4,0 a
<b>Media del ensayo</b>	2,6	2,8	3,2
<b>p-valor variedades</b>	0,0671	0,1847	0,1711
<b>Número de ensayos</b>	4	2	2

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

<sup>1</sup> Fecha de floración de la variedad testigo P1921. <sup>\*</sup> Variedades testigo, <sup>Y</sup> Variedades transgénicas.

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. ZAPOTEK YG ha sido la variedad más

productiva y al tiempo la de mayor humedad de grano en esta campaña. En general, las variedades de ciclo FAO 600 han presentado las menores humedades de grano pero también rendimientos más bajos que las de ciclo FAO 700. Destaca esta campaña la variedad P1441 por su elevado rendimiento combinado con una humedad de grano similar al de las variedades de ciclo más corto.

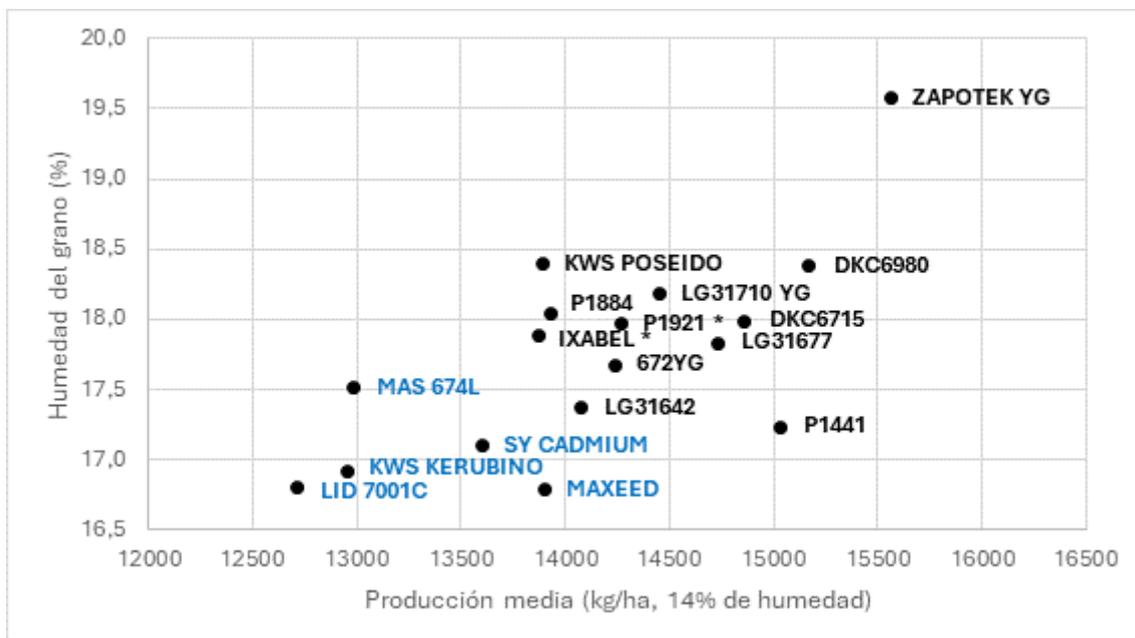


Figura 1.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 600 (azul) y 700, ensayadas en el marco de GENVE, durante el año 2023. Variedades testigo\*.

### 3.1.3.- Resultados conjuntos de los años 2022-2023

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2022 y 2023 de las variedades convencionales de ciclo 600 y 700. Para ello se han considerado nueve variedades: DKC6980, IXABEL (testigo), KWS KERUBINO, KWS POSEIDO, LG31677, LG31642, MAXREED, P1884 y P1921 (Testigo). El estudio comprende 15 ensayos, 8 de ellos correspondientes a la campaña 2022 (Alcalá del Río, Biota, Ontinar del Salz, Cadreita, El Poal, La Tallada d'Empordà, Las Tiesas y Espinosa de Henares) y 7 a la 2023 (Aranjuez, Biota, Cadreita, El Poal, La Tallada d'Empordà, Las Tiesas y Espinosa de Henares).

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). No se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades ( $p=0,1854$ ) y el comportamiento no ha variado en función del año de ensayo ( $p=0,1200$ ).

Tabla 8.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700, con los datos obtenidos en el marco del grupo GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
M	Año	1	F	3.44	0.1200		
	Localidad		A			0	3072,819
	Localidad*Año		A			2367,324	1757,276
O	Variedad	8	F	1.75	0.1854		
C*E	Variedad*Año	8	F	1.03	0.4644		
	Variedad*Localidad		A			0	
	Localidad*Variedad*Año		A			1498,358	736,679
	ERROR		A			1190,828	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 9 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales ensayados las campañas 2022 y 2023. La variedad DKC6980 ha presentado el índice productivo más destacado, seguido de LG31677 ambas superando el índice productivo de referencia. El resto de nuevas variedades no ha superado la media de rendimiento de las variedades testigo IXABEL y P1921.

Tabla 9.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023. 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
DKC6980	15931	104,2	a	15
LG31677	15533	101,6	a	14
IXABEL*	15302	100,1	a	15
P1921*	15272	99,9	a	15
MAXEED	15047	98,4	a	15
LG31642	15000	98,1	a	15
P1884	14745	96,5	a	15
KWS POSEIDO	14492	94,8	a	15
KWS KERUBINO	14459	94,6	a	14
<b>Media del ensayo</b>	15087 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Índice 100</b>	15287 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Coefficiente de variación</b>	7,23 %			

(T) Variedades testigo

En la Tabla 10 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades convencionales. La variedad LG31677 ha sido la variedad con mayor proporción de ensayos en el tercio más productivo (64%) y tras ella DKC6980 (53%). Ésta última, junto con KWS POSEIDO son las variedades con mayor varianza genotípica. Por el contrario, MAXEED es la variedad más estable, al tiempo que se ha situado en dos de cada tres ensayos en el tercil mediano de producción.

Tabla 10- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) <sup>2</sup> x10 <sup>-3</sup>
	Superior	Medio	Inferior	
LG31677	9	3	2	1043,020
DKC6980	8	3	4	1613,927
IXABEL*	7	4	4	729,415
P1921*	6	6	3	731,813
LG31642	6	4	5	972,168
KWS POSEIDO	4	3	8	1617,975
MAXEED	3	10	2	289,663
P1884	2	6	7	842,508
KWS KERUBINO	0	6	8	713,798
<b>GxE (Componente de la varianza)</b>				<b>946,802</b>

(\*) Variedades testigo

En el análisis conjunto de los resultados de los años 2022 y 2023 de las variedades convencionales y transgénicas se han considerado un total de 11 variedades, 9 convencionales y 2 transgénicas. Se han incluido en el análisis un total de 12 ensayos, 6 en la campaña 2022 (Biota, Cadreita, El Poal, La Tallada d'Empordà, Las Tiesas y Ontinar de Salz) y 6 en 2023 (Aranjuez, Biota, Cadreita, El Poal, La Tallada d'Empordà y Las Tiesas).

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción para determinar los porcentajes de variación explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 11). No se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ( $p = 0,4611$ ) ni su comportamiento ha variado en función del año de ensayo ( $p=0,1774$ ).

Tabla 11.- Resultados del análisis de varianza del factor producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclos 600 y 700, con los datos obtenidos en el marco de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
E	Año	1	F	1.84	0.1774		
	Localidad		A			0	3046,530
	Localidad*Año		A			4111,500	
G	Variedad	10	F	1.16	0.4611		
G*E	Variedad*Año	10	F	0.89	0.5946		
	Variedad*Localidad		A			0	1306,459
	Localidad*Variedad*Año		A			1479,448	1125,194
	ERROR		A			1025,270	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 12 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales y transgénicos ensayados las campañas 2022 y 2023. La variedad DKC6980 ha presentado el índice productivo más destacado, seguido de LG31677 ambas superando el índice productivo de las variedades testigo. La variedad transgénica LG31710 YG también alcanza el 100.

Tabla 12.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclos 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023. 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
DKC6980	16014	105,7	a	12
LG31677	15515	102,4	a	12
IXABEL*	15222	100,5	a	12
LG31710 YG <sup>Y</sup>	15209	100,4	a	12
P1921*	15081	99,5	a	12
MAXEED	15068	99,4	a	12
672YG <sup>Y</sup>	15054	99,4	a	12
LG31642	14873	98,2	a	12
KWS POSEIDO	14671	96,8	a	12
P1884	14600	96,4	a	12
KWS KERUBINO	14432	95,2	a	12
<b>Media del ensayo</b>	15067 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Índice 100</b>	15152 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Coefficiente de variación</b>	6,70 %			

\* Variedades testigo<sup>Y</sup> Variedades transgénicas

En la Tabla 13 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades convencionales y transgénicas. Las variedades con más ensayos en el tercil de mayor producción son LG31677 (67%), DKC6980 (58%) y 672YG (50%). DKC6980 es la variedades de mayor varianza genotípica y MAXEED la más estable al ambiente.

Tabla 13.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz convencionales y transgénicos de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) <sup>2</sup> x10 <sup>-3</sup>
	Superior	Medio	Inferior	
LG31677	8	2	2	1098,247
DKC6980	7	1	4	1800,067
672YG <sup>Y</sup>	6	2	4	1227,830
IXABEL*	5	4	3	788,471
LG31642	5	2	5	857,415
P1921*	4	5	3	845,194
MAXEED	4	4	4	383,513
LG31710 YG <sup>Y</sup>	3	6	3	1190,908
KWS POSEIDO	3	3	6	1261,137
P1884	2	3	7	985,614
KWS KERUBINO	1	4	7	1020,564
<b>GxE (Componente de la varianza)</b>				1042,603

\* Variedades testigo<sup>Y</sup> Variedades transgénicas

### 3.1.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona agroclimática

Se han agrupado los ensayos en zonas agroclimáticas con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente: zonas cálidas (tres ensayos), zonas templadas (diez ensayos) y zonas frías (dos ensayos).

En la Tabla 14 aparece para las variedades convencionales el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona agroclimática, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. No se han detectado diferencias significativas entre variedades ( $p = 0,5708$ ) ni entre zonas climáticas ( $p = 0,1299$ ). La interacción variedad por zona no ha sido significativa ( $p = 0,7197$ ), lo que indicaría una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 14.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción en función de la zona agroclimática, con los datos obtenidos en el marco de la red GENVCE, de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700, durante las campañas 2022 y 2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
⊞	Zona Agroclimática	2	F	2.58	0.1299		
	Localidad*Zona Agroclimática		A			0,0	
	Año	1	F	3.30	0.1026		
	Zona Agroclimática* Año	2	F	0.80	0.4777		
	Localidad*Zona Agroclimática* Año		A			4001,733	1993,587
⊙	Variedad	8	F	0.84	0.5708		
⊞ ⊙	Zona Agroclimática*Variedad	16	F	0.77	0.7197		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfico		A			0,0	
	Variedad* Año	8	F	0.80	0.4777		
	Localidad*Zona Agroclimática*Variedad* Año		A			1567,519	0,0
	ERROR		A			1190,828	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 15, 16 y 17 se pueden observar las producciones de las distintas variedades convencionales en función de cada zona de las zonas agroclimáticas (cálidas, templadas y frías).

Tabla 15.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023 en las zonas cálidas. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)	NÚMERO DE ENSAYOS
KWS POSEIDO	15365	109,0	a	3
P1884	15035	106,6	a	3
DKC6980	14978	106,2	a	3
LG31677	14666	104,0	a	3
P1921*	14610	103,6	a	3
MAXEED	14573	103,3	a	3
LG31642	14128	100,2	a	3
IXABEL*	13592	96,4	a	3
KWS KERUBINO	13263	94,1	a	3
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		14468 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		14101 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,6792		

\* Variedad testigo

Tabla 16.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023 en las zonas templadas. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC6980	16449	107,4	a	10
IXABEL*	15909	103,9	ab	10
LG31677	15850	103,5	ab	9
P1921*	15344	100,2	abc	10
MAXEED	15239	99,5	abc	10
LG31642	15146	98,9	bc	10
KWS KERUBINO	14872	97,1	bc	9
P1884	14769	96,5	bc	10
KWS POSEIDO	14202	92,8	c	10
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		15309 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		15627 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,0397		

\* Variedad testigo

Tabla 17.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023 en las zonas frescas. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
LG31642	19855	104,8	a	2
P1921*	19397	102,4	a	2
LG31677	18798	99,2	a	2
DKC6980	18520	97,8	a	2
IXABEL*	18486	97,6	a	2
MAXEED	18296	96,6	a	2
P1884	18173	95,9	a	2
KWS POSEIDO	17819	94,1	a	2
KWS KERUBINO	17790	93,9	a	2
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		18570 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		18942 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,8587		

\* Variedad testigo

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 agroclimática. LG31677 y P1921 tendrían un mejor comportamiento relativo en ambientes fríos y KWS POSEIDO y P1884 en los más cálidos

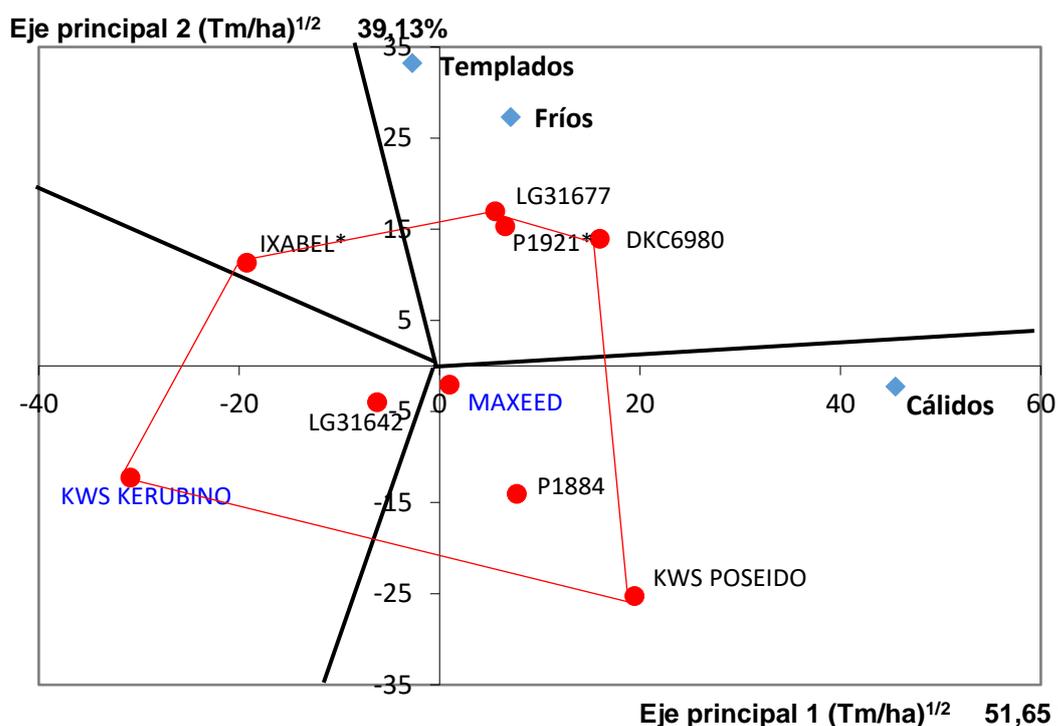


Figura 2.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023 en función de la zona agroclimática. \*Variedades testigo.

En la Tabla 18 aparece para las variedades convencionales y transgénicas el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona agroclimática, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. No se han detectado diferencias significativas entre variedades ( $p=0,5481$ ) y tampoco se han observado diferencias significativas de producción entre zonas agroclimáticas ( $p=0,5525$ ) y la interacción variedad por zona agroclimática tampoco ha sido significativa ( $p=0,4262$ ), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 18.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción en función de la zona agroclimática, con los datos obtenidos en el marco de la red GENVCE, de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700, durante las campañas 2022 y 2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza ( $(\text{kg/ha})^2 \cdot 10^{-3}$ )	Error estándar ( $(\text{kg/ha})^2 \cdot 10^{-3}$ )
E	Zona Agroclimática	1	F	0.38	0.5525		
	Localidad*Zona Agroclimática		A			0	
	Año	1	F	1.87	0.2083		
	Zona Agroclimática*Año	1	F	0.57	0.4702		
	Localidad*Zona Agroclimática*Año		A			4469,058	2296,991
G	Variedad	10	F	0.90	0.5481		
G*E	Zona Agroclimática*Variedad	10	F	1.07	0.4262		
	Localidad*Variedad*Zona Agroclimática		A			0	
	Variedad*Año	10	F	0.78	0.6438		
	Localidad*Zona Agroclimática*Variedad*Año		A			1362,841	5325,800
	ERROR		A			1025,270	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 19 y 20 se pueden observar las producciones de las distintas variedades convencionales y transgénicas en función de cada zona agroclimática (cálidas y templadas).

Tabla 19.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023 en las zonas cálidas. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
LG31710 YG <sup>Y</sup>	15473	110,3	a	3
KWS POSEIDO	15310	109,2	ab	3
DKC6980	14858	105,9	ab	3
P1884	14641	104,4	ab	3
LG31677	14565	103,8	ab	3
MAXEED	14535	103,6	ab	3
672YG <sup>Y</sup>	14513	103,5	ab	3
P1921*	14509	103,4	ab	3
LG31642	14052	100,2	ab	3
IXABEL*	13543	96,6	ab	3
KWS KERUBINO	13188	94,0	b	3
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>	14472 kg/ha al 14% de humedad			
<b>ÍNDICE 100</b>	14026 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Nivel de significación de las variedades</b>	p-valor = 0,6366			

\* Variedades testigo<sup>Y</sup> Variedades transgénicas

Tabla 20.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023 en zonas templadas. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC6980	16565	107,5	a	9
LG31677	15959	103,6	ab	9
IXABEL*	15938	103,5	ab	9
P1921*	15398	100,0	abc	9
MAXEED	15372	99,8	abc	9
672YG <sup>Y</sup>	15361	99,7	abc	9
LG31642	15273	99,2	abc	9
LG31710 YG <sup>Y</sup>	15248	99,0	abc	9
KWS KERUBINO	14972	97,2	bc	9
P1884	14802	96,1	bc	9
KWS POSEIDO	14545	94,4	c	9
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>	15403 kg/ha al 14% de humedad			
<b>ÍNDICE 100</b>	15668 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Nivel de significación de las variedades</b>	p-valor = 0,2051			

\* Variedades testigo<sup>Y</sup> 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 agroclimática.

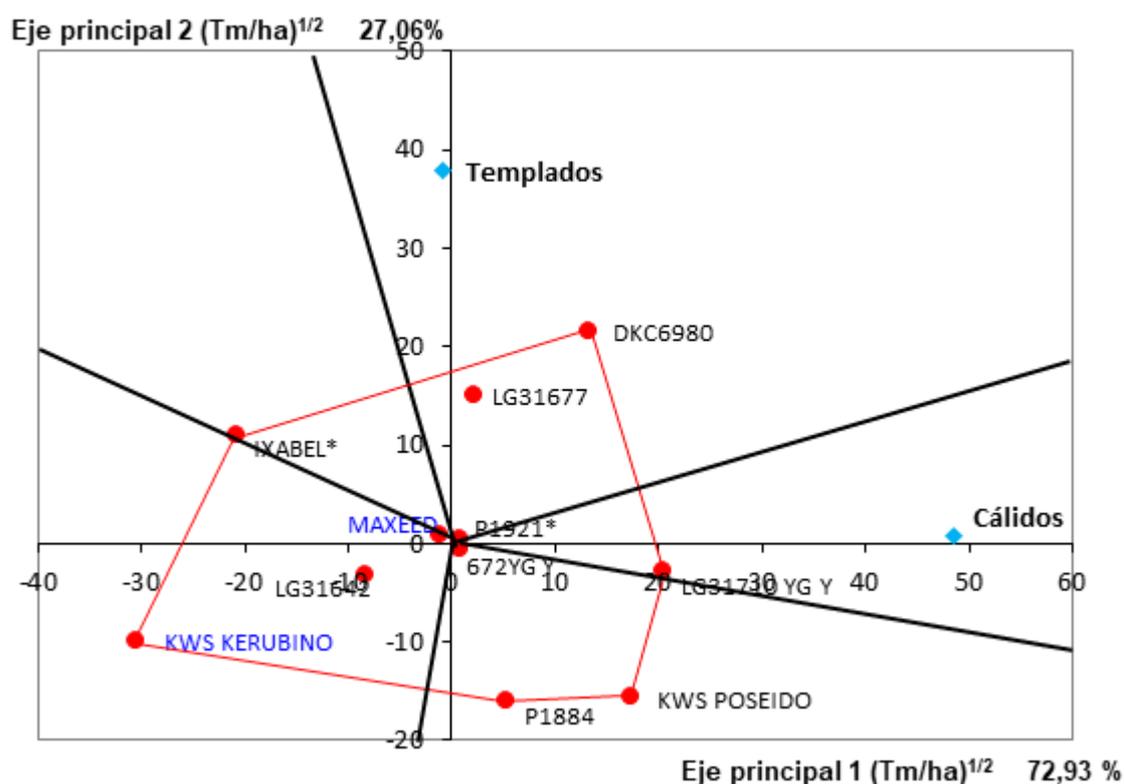


Figura 3.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023 en función de la zona agroclimática. \* Variedades testigo, † Variedades transgénicas.

LG31710 YG y KWS POSEIDO se comportan relativamente mejor en ambientes cálidos. MAXEED, P1921 y 672YG se comportarían de forma parecida en los ambientes cálidos y templados. Hay que recordar que la interacción variedad por zona agroclimática no ha sido significativa y en consecuencia no hay indicación de un comportamiento diferencial de éstas en las distintas zonas.

### 3.1.3.2.- Comportamiento varietal en función de la productividad de los ensayos

Se han agrupado los ensayos en tres grupos en función de su producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente. La producción media obtenida a partir del análisis de terciles en función de la campaña. Estos grupos de producción han sido:

- 1.- Baja: incluye ensayos con producciones medias de las variedades inferiores a 15000 kg/ha, representando una agrupación de seis ensayos.
- 2.- Media: incluye ensayos con producciones medias de las variedades comprendidas entre 15000 y 16500 kg/ha. Representa una agrupación de cinco ensayos.
- 3.- Alta: incluye ensayos con producciones medias de las variedades superiores a 17000 kg/ha. Representa una agrupación de cuatro ensayos.

En la Tabla 21 aparece, para las variedades convencionales, el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la productividad del ensayo, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Las diferencias de producción entre variedades no han resultado altamente significativas ( $p = 0,0918$ ). Se han observado diferencias significativas de producción entre las zonas productivas ( $p = 0,0039$ ). No se ha detectado una interacción variedad por grupo productivo ( $p=0,8703$ ), lo que indicaría una respuesta parecido de las variedades en las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 21.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023, en función de la productividad del ensayo para las variedades convencionales de ciclos 600 y 700.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
E	Grupo productivo	2	F	13.77	0.0039		
	Localidad*Grupo productivo		A			1085,178	1760,995
	Año	1	F	0.04	0.8382		
	Grupo productivo*Año	2	F	0.11	0.8994		
	Localidad*Grupo productivo*Año		A			967,652	1467,477
⊙	Variedad	8	F	1.93	0.0918		
G*E	Grupo productivo*Variedad	16	F	0.58	0.8703		
	Localidad*Variedad*Grupo productivo		A			75,850	805,767
	Variedad*Año	8	F	0.83	0.5872		
	Localidad*Grupo productivo*Variedad*Año		A			846,269	868,752
	ERROR		A			1190,828	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 22, 23 y 24 se puede observar la producción de las variedades convencionales, dentro de cada grupo productivo (bajo, medio y alto).

Tabla 22.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022 y 2023, en el grupo productivo bajo. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC6980	14004	104,3	a	6
LG31677	13560	101,0	a	5
IXABEL*	13557	101,0	a	6
P1921*	13298	99,0	a	6
MAXEED	13084	97,4	a	6
LG31642	12976	96,6	a	6
P1884	12923	96,2	a	6
KWS POSEIDO	12723	94,8	a	6
KWS KERUBINO	12544	93,4	a	5
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		13185 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		13428 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,5468		

\* Variedades testigo

Tabla 23.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022 y 2023, en el grupo productivo medio. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
P1921*	16938	100,9	a	5
MAXEED	16881	100,6	a	5
IXABEL*	16623	99,1	a	5
LG31677	16448	98,0	a	5
DKC6980	16421	97,9	a	5
P1884	16185	96,5	a	5
KWS KERUBINO	15957	95,1	a	5
KWS POSEIDO	15763	93,9	a	5
LG31642	15677	93,4	a	5
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		16321 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		16781 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,7281		

\* Variedades testigo

Tabla 24.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022 y 2023, en el grupo productivo alto. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC6980	19253	106,8	a	4
LG31677	19249	106,7	a	4
LG31642	18820	104,4	ab	4
P1921*	18155	100,7	ab	4
IXABEL*	17915	99,3	ab	4
MAXEED	17717	98,2	ab	4
KWS POSEIDO	17636	97,8	ab	4
KWS KERUBINO	17414	96,6	b	4
P1884	17383	96,4	b	4
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		18171 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		18035 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,2008		

\*Variedades testigo

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 4 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental el grupo productivo. DKC6980 tiene un comportamiento más destacado en los ambientes más extremos, mientras que las variedades testigo tienen a un mejor comportamiento relativo en los ensayos de producción media.

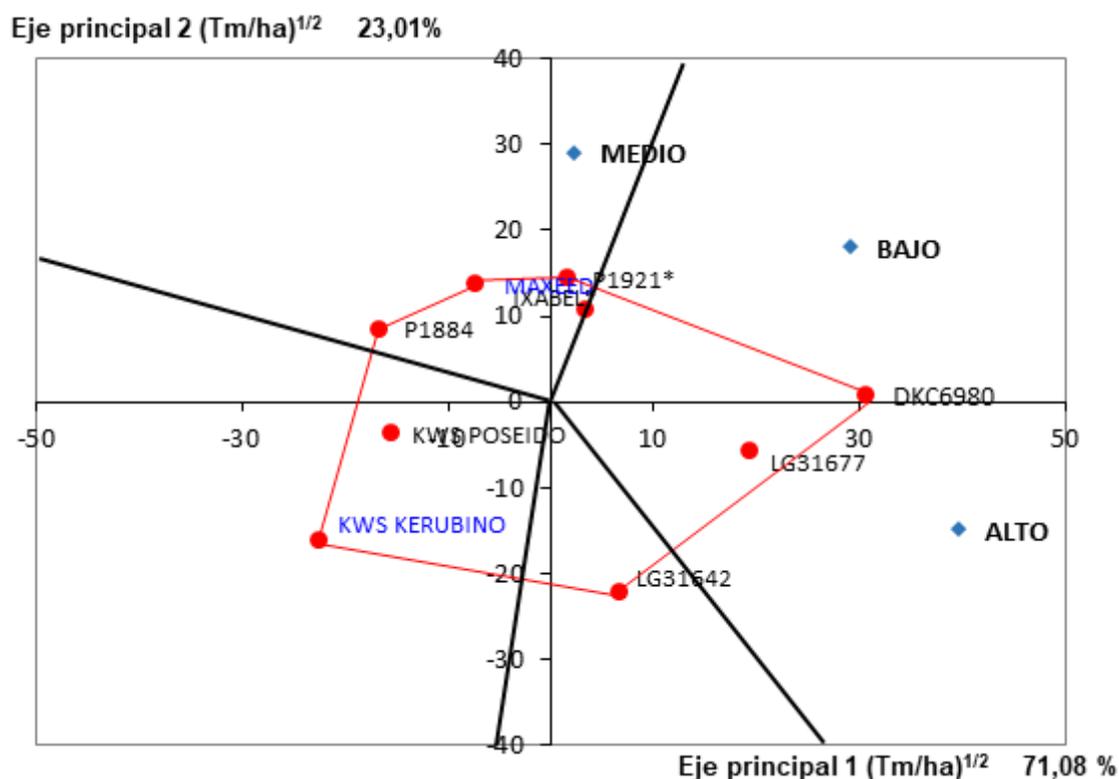


Figura 4.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023, en función de la productividad del ensayo. \* Variedad testigo.

En la Tabla 25 se muestra el análisis de la varianza de la variable producción que hace referencia al grupo productivo, de las variedades convencionales y transgénicas. Las diferencias de producción entre variedades no han resultado significativas ( $p = 0,6749$ ) pero sí la producción entre los grupos productivos ( $p = 0,0095$ ). No se ha detectado una interacción variedad por grupo productivo ( $p=0,8832$ ), lo que indicaría una respuestas parecida de las variedades en las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 25- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2022 y 2023, en función de la productividad del ensayo para las variedades convencionales y transgénicas de ciclos 600 y 700.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
E	Grupo productivo	2	F	9.59	0.0095		
	Localidad*Grupo productivo		A			0	1009,080
	Año	1	F	0.18	0.6800		
	Grupo productivo*Año	2	F	0.06	0.9449		
	Localidad*Grupo productivo*Año		A			1610,046	0
G	Variedad	10	F	0.93	0.6749		
G*E	Grupo productivo*Variedad	20	F	0.37	0.8832		
	Localidad*Variedad*Grupo productivo		A			0	4158,738
	Variedad*Año	10	F	0.50	0.8105		
	Localidad*Grupo productivo*Variedad*Año		A			1085,092	4345,534
	ERROR		A			1025,270	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 26, 27 y 28 se puede observar la producción de las variedades convencionales dentro de cada grupo productivo (bajo, medio y alto) de ensayos a modo indicativo.

Tabla 26.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022 y 2023, en el grupo productivo de ensayos bajo. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC6980	13266	102,5	a	5
IXABEL*	13062	100,9	a	5
LG31677	13056	100,8	a	5
672YG <sup>Y</sup>	13048	100,8	a	5
P1921*	12830	99,1	a	5
LG31710 YG <sup>Y</sup>	12721	98,3	a	5
KWS POSEIDO	12627	97,5	a	5
MAXEED	12567	97,1	a	5
P1884	12430	96,0	a	5
LG31642	12376	95,6	a	5
KWS KERUBINO	12046	93,0	a	5
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		12730 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		12946 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,8989		

\* Variedades testigo<sup>Y</sup> Variedades transgénicas.

Tabla 27.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022 y 2023, en el grupo productivo de ensayos medio. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
P1921*	16920	101,9	a	4
MAXEED	16509	99,4	a	4
LG31677	16485	99,3	a	4
DKC6980	16414	98,9	a	4
672YG <sup>Y</sup>	16376	98,6	a	4
IXABEL*	16281	98,1	a	4
LG31710 YG <sup>Y</sup>	16236	97,8	a	4
P1884	16229	97,8	a	4
KWS POSEIDO	15757	94,9	a	4
KWS KERUBINO	15693	94,5	a	4
LG31642	15691	94,5	a	4
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		16236 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		16601 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		p-valor = 0,9047		

\* Variedades testigo<sup>Y</sup> Variedades transgénicas.

Tabla 28.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022 y 2023, en el grupo productivo de ensayos alto. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC6980	18999	109,2	a	3
LG31677	18587	106,8	a	3
LG31642	17974	103,3	a	3
LG31710 YG <sup>Y</sup>	17957	103,2	a	3
IXABEL*	17540	100,8	a	3
P1921*	17269	99,2	a	3
MAXEED	17250	99,1	a	3
KWS KERUBINO	16853	96,8	a	3
672YG <sup>Y</sup>	16809	96,6	a	3
KWS POSEIDO	16803	96,5	a	3
P1884	16394	94,2	a	3
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>	17494 kg/ha al 14% de humedad			
<b>ÍNDICE 100</b>	17405 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Nivel de significación de las variedades</b>	p-valor = 0,6524			

\* Variedades testigo <sup>Y</sup> Variedades transgénicas.

En la Figura 5 se puede observar el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad (convencionales y transgénicas) y su interacción con el grupo productivo. La variedad DKC6980 ha tenido un mejor rendimiento relativo en los ensayos de alta y de baja producción, mientras que la testigo P1921 lo ha hecho en los de producción media.

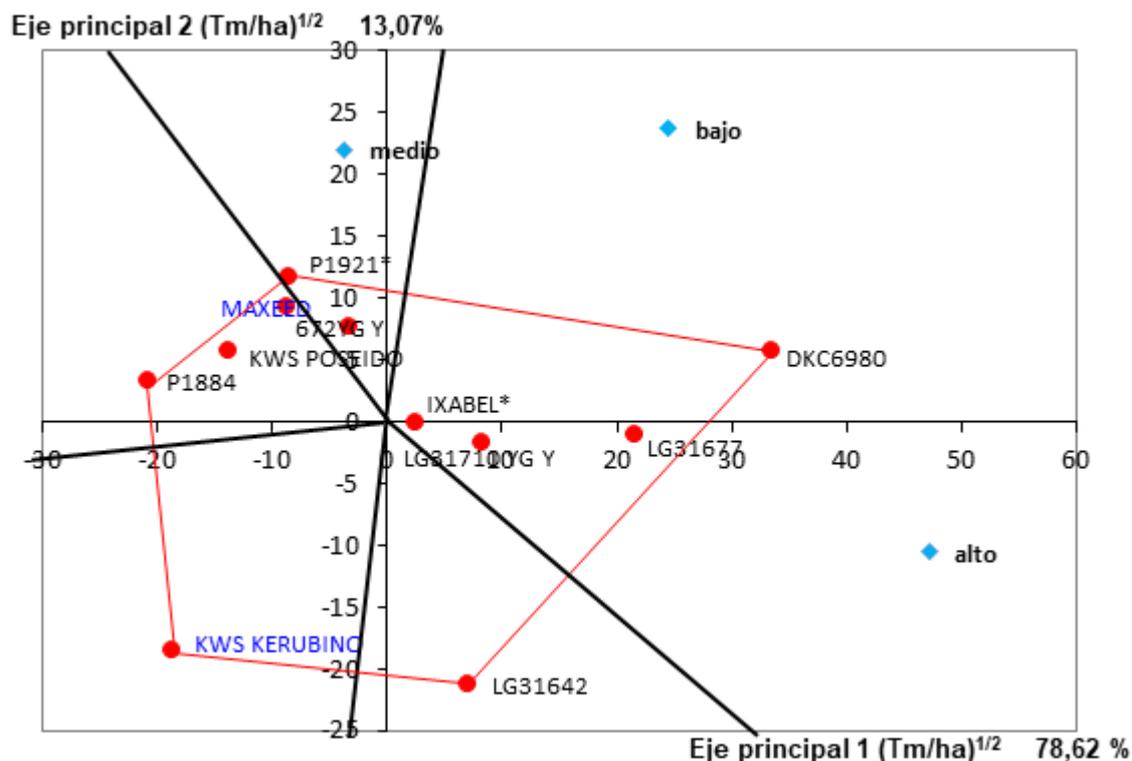


Figura 5.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023, en función de la productividad del ensayo. \* Variedades testigo, <sup>Y</sup> Variedades transgénicas.

### 3.1.4.- Resultados conjuntos de los años 2021-2022-2023

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2021, 2022 y 2023 de las variedades convencionales de ciclo 600 y 700.

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 29). No se han observado diferencias significativas de rendimiento entre variedades ( $p=0,3883$ ) ni entre las diferentes campañas ( $p=0,0843$ ).

Tabla 29.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700, con los datos obtenidos en el marco del grupo GENVCE, durante las campañas 2021, 2022 y 2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
M	Año	2	F	3.05	0.0843		
	Localidad		A			0	5245,700
	Localidad*Año		A			8280,109	3759,674
O	Variedad	4	F	1.05	0.3883		
M O	Variedad*Año	8	F	0.25	0.9790		
	Variedad*Localidad		A			0	
	Localidad*Variedad*Año		A			3135,533	0
	ERROR		A			1249,968	

*Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad*

En la Tabla 30 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales ensayados las campañas 2021, 2022 y 2023. La variedad LG31677 es la que marca el mayor índice productivo, por encima del de las variedades testigo. Además, la testigo P1921 y KWS POSEIDO también alcanzan el índice de referencia al considerar los ensayos de los tres últimos años.

Tabla 30.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021, 2022 y 2023. 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
LG31677	16932	102,0	a	22
P1921 *	16767	101,0	a	22
KWS POSEIDO	16755	100,9	a	21
IXABEL*	16448	99,0	a	22
KWS KERUBINO	15603	94,0	a	22
Media del ensayo	16501 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	16608 kg/ha al 14% de humedad			
Coficiente de variación	6,78 %			

\* Variedades testigo

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2021, 2022 y 2023 de las variedades convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700. 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 31). No se han observado diferencias significativas entre variedades ( $p=0,3900$ ) y éstas no han tenido un comportamiento diferencias según el año de ensayo ( $p=0,0964$ ).

Tabla 31.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700, con los datos obtenidos en el marco del grupo GENVCE, durante las campañas 2021, 2022 y 2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
ω	Año	2	F	2.88	0.0964		
	Localidad		A			0	2991,802
	Localidad*Año		A			7377,722	3366,715
ϕ	Variedad	5	F	1.06	0.3900		
ω ϕ	Variedad*Año	10	F	0.59	0.8144		
	Variedad*Localidad		A			0	
	Localidad*Variedad*Año		A			2544,670	0
	ERROR		A			1136,088	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 32 se pueden observar las producciones medias de las variedades convencionales y transgénicas ensayadas las campañas 2021, 2022 y 2023. Aunque las diferencias no son significativas, LG31677 es la variedad que ha tenido el mayor índice productivo, superando el índice de referencia al igual que KWS POSEIDO, P1921 y LG31710 YG.

Tabla 32.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021, 2022 y 2023. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry (α = 0.05)	Número de ensayos
LG31677	16689	103,1	a	17
KWS POSEIDO	16627	102,8	a	17
P1921*	16327	100,9	a	17
LG31710 YG <sup>Y</sup>	16298	100,7	a	17
IXABEL*	16035	99,1	a	17
KWS KERUBINO	15042	93,0	a	17
Media del ensayo	16170 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	16181 kg/ha al 14% de humedad			
Coficiente de variación	6,55 %			

\* Variedades testigo<sup>Y</sup> Variedad transgénica.

## 3.2- Ciclo 400-500

### 3.2.1.- Variedades.

En la Tabla 33 se muestran las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas el año 2023.

Tabla 33.- Variedades de maíz de ciclo 400 y 500 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2023.

Variedades	Ciclo FAO	Año de ensayo	Registro	Empresa comercializadora
<b>DKC5032YG<sup>Y</sup></b>	400	TESTIGO	España (2016)	DEKALB-BAYER
<b>LG3490</b>	400	TESTIGO	Italia (2008)	LIMAGRAIN IBÉRICA
<b>P0937</b>	500	TESTIGO	Italia (2015)	PIONEER - CORTEVA
<b>INDEM668</b>	500	3º	Italia (2019)	LIDEA
<b>PIANELLO</b>	500	3º	Italia (2018)	SOUFFLET SEEDS
<b>RGT HUXXO</b>	500	3º	Italia (2020)	RAGT IBÉRICA
<b>SY ANDROMEDA</b>	500	3º	Italia (2019)	SYNGENTA
<b>SY ARNOLD</b>	300	3º	Italia (2021)	SYNGENTA
<b>EXPERTIZE</b>	400	2º	Francia (2021)	CAUSSADE SEMENCES PRO
<b>LG31555</b>	500	2º	Italia (2022)	LIMAGRAIN IBÉRICA
<b>MAS 524A</b>	400	2º	Italia (2022)	MAS SEEDS
<b>P0900</b>	500	2º	Portugal (2020)	PIONEER - CORTEVA
<b>RGT MEXXPLEDE</b>	500	2º	Italia (2020)	RAGT IBERICA
<b>6130C</b>	500	1º	Italia (2022)	LIDEA
<b>FABIO</b>	300	1º	Italia (2023)	KOIPESOL
<b>KLINKER YG<sup>Y</sup></b>	500	1º	España (2021)	LIMAGRAIN IBÉRICA
<b>P0710</b>	400	1º	Italia (2021)	PIONEER - CORTEVA
<b>SY BLADE</b>	400	1º	Italia (2022)	SYNGENTA

<sup>Y</sup> Variedades transgénicas.

### 3.2.2.- Resultados del año 2023

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2023 se han incluido 9 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota (Aragón); Cadreita (Navarra); Espinosa de Henares y Las Tiesas (Castilla-La Mancha); Arbayona de Mogica, San Juan de Torres y Fresno de la Ribera (Castilla y León), Sucs (Catalunya) y Aranjuez (Madrid).

En la Tabla 34 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 400 y 500 realizadas la campaña 2023 para las variedades convencionales. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados ( $p$ -valor  $<0,0001$ ) y la interacción localidad por variedad ha sido también significativa ( $p$ -valor  $<0,0001$ ). La variedad testigo P0937 y la nueva variedad P0710 han mostrado la mayor producción esta campaña superando estadísticamente a SY BLADE, SY ARNOLD y RGT HUXXO. La variedad 6130C también ha alcanzado el índice de referencia. El resto de variedades no han superado el 100 y no se ha diferenciado entre grupos productivos.

Tabla 34.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2023, respecto a los testigos LG31545 y P0937. 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 *	16266	102,7	a	9
P0710	16166	102,1	a	9
6130C	15967	100,8	ab	9
INDEM668	15540	98,1	abc	9
EXPERTIZE	15537	98,1	abc	9
P0900	15498	97,9	abc	9
LG31545 *	15406	97,3	abc	9
MAS 524A	15344	96,9	abc	9
SY ANDROMEDA	15327	96,8	abc	9
LG31555	15201	96,0	abc	9
RGT MEXXPLEDE	15099	95,3	abc	9
PIANELLO	14988	94,6	abc	9
FABIO	14487	91,5	abc	9
RGT HUXXO	14344	90,6	bc	9
SY ARNOLD	14111	89,1	c	9
SY BLADE	13994	88,4	c	9
<b>Media del ensayo (kg/ha)</b>	15205 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Índice 100 (kg/ha)</b>	15836 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Nivel de significación de la variedad</b>	$p$ -valor $< 0,0001$			
<b>Coefficiente de variación</b>	6,64%			
<b>Nivel de significación de la interacción localidad*variedad</b>	$p$ -valor $<0,0001$			

\* Variedades testigo.

Al evaluar las variedades transgénicas junto con las convencionales de ciclo 400 y 500 en la campaña 2023 (Tabla 35), también se encontraron diferencias significativas entre los híbridos ensayados ( $p$ -valor = 0,0006) y la interacción localidad por variedad fue igualmente significativa ( $p$ -valor  $< 0,0001$ ). La variedad testigo P0937 es la más destacada en rendimiento del análisis, superando estadísticamente a SY BLADE, SY ARNOLD y KLINKER YG. Sobresale también el rendimiento de P0710 que supera estadísticamente al de SY BLADE. El resto de variedades no se ha diferenciado entre grupos productivos resaltando que 6130C y la testigo LG31545 alcanzan también el índice de referencia.

Tabla 35.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2023, respecto a los testigos DKC5032YG, LG31545 y P0937. 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 *	16419	105,1	a	8
P0710	16241	104,0	ab	8
6130C	15960	102,2	abc	8
LG31545 *	15666	100,3	abc	8
P0900	15534	99,5	abc	8
INDEM668	15521	99,4	abc	8
MAS 524A	15442	98,9	abc	8
EXPERTIZE	15423	98,7	abc	8
SY ANDROMEDA	15238	97,6	abc	8
PIANELLO	15090	96,6	abc	8
RGT MEXXPLEDE	15048	96,3	abc	8
LG31555	14894	95,4	abc	8
DKC5032YG <sup>Y*</sup>	14772	94,6	abc	8
FABIO	14540	93,1	abc	8
RGT HUXXO	14369	92,0	abc	8
KLINKER YG <sup>Y</sup>	14294	91,5	bc	8
SY ARNOLD	14187	90,8	bc	8
SY BLADE	13988	89,6	c	8
<b>Media del ensayo (kg/ha)</b>	15146 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Índice 100 (kg/ha)</b>	15619kg/ha al 14% de humedad			
<b>Nivel de significación de la variedad</b>	$p$ -valor = 0,0006			
<b>Coefficiente de variación</b>	6,07 %			
<b>Nivel de significación de la interacción localidad*variedad</b>	$p$ -valor < 0,0001			

\* Variedades testigo. <sup>Y</sup>Variedades transgénicas.

En la Tabla 36 se presentan los valores medios de parámetros agronómicos medidos en los ensayos en los que se han evaluado el conjunto de variedades (transgénicas y convencionales) en 2023.

La densidad media de plantas de los ensayos de esta campaña ha sido de 8,75 plantas/m<sup>2</sup>. P0900 ha sido la variedad con mayor densidad, mientras que EXPERTIZE es la variedad con menor número de plantas.

La fecha de floración femenina media ha sido el 22 de julio, y la de la variedad de referencia P0937 el 24 de julio. La variedad más precoz esta campaña ha sido SY BLADE, con cinco días de anticipación a la variedad de referencia, seguida de la testigo DKC5032YG, FABIO, INDEM668, PIANELLO y RGT HUXXO con una diferencia de tres días a P0937. Las variedades más tardías han sido la testigo LG31545 seguida de LG31555, con dos y un día de retraso respecto P0937.

Se han observado también diferencias significativas en la humedad de las variedades. LG31555, EXPERTIZE y LG31545 son las variedades de más humedad de grano en cosecha. FABIO, DKC5032YG, SY ARNOLD, SY BLADE y KLINKER YG conforman el grupo de variedades que han presentado la humedad más baja.

RGT MEXXPLEDE es la variedad de mayor talla de la campaña, presentando una altura significativamente mayor que la testigo DKC5032YG. El resto de variedades no se han diferenciado estadísticamente en altura oscilando entre los 258 cm de SY BLADE a los 269 cm de LG31545. Respecto la inserción de mazorca, FABIO y LG31555 son las que la presentan a mayor altura y DKC5032YG la tiene más baja.

El peso específico de grano de RGT HUXXO supera estadísticamente al de SY ANDROMEDA, LG31545, 6130C, LG31555 y FABIO. Destacan también KLINKER YG y DKC5032YG entre las variedades con mayor peso específico.

Tabla 36.- Densidad de plantas, fecha de floración femenina respecto al testigo P0937 (días), humedad del grano, altura de la planta, altura de inserción de la mazorca y peso específico de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en la red GENVCE en el año 2023. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m <sup>2</sup> )	Fecha floración femenina (días respecto P0937)	Humedad (%)	Altura planta (cm)	Altura inserción mazorca (cm)	Peso específico (kg/hL)
6130C	8,68 ab	-1	18,5 abcd	268 ab	99 ab	74,2 cd
DKC5032YG Y*	8,60 ab	-4	17,5 cd	256 b	90 b	76,8 abc
EXPERTIZE	8,57 b	-1	19,3 a	265 ab	99 ab	74,7 abcd
FABIO	8,67 ab	-4	17,3 d	266 ab	105 a	74,3 bcd
INDEM668	8,64 ab	-4	18,5 abcd	265 ab	99 ab	76,2 abcd
KLINKER YG Y	8,75 ab	-3	17,9 cd	264 ab	101 ab	77,4 ab
LG31545 *	8,77 ab	2	19,3 ab	269 ab	100 ab	73,2 de
LG31555	8,70 ab	1	19,4 a	265 ab	104 a	74,2 cd
MAS 524A	8,61 ab	-2	18,2 abcd	263 ab	95 ab	75,6 abcd
P0710	8,85 ab	-3	18,5 abcd	262 ab	101 ab	74,4 abcd
P0900	9,01 a	-2	18,7 abc	264 ab	99 ab	75,9 abcd
P0937 *	8,99 ab	0	18,3 abcd	266 ab	98 ab	76,3 abcd
PIANELLO	8,70 ab	-4	18,1 abcd	259 ab	99 ab	75,4 abcd
RGT HUXXO	8,79 ab	-4	18,0 bcd	264 ab	99 ab	77,6 a
RGT MEXXPLEDE	8,83 ab	-3	18,5 abcd	273 a	102 ab	74,8 abcd
SY ANDROMEDA	8,67 ab	1	18,5 abcd	266 ab	101 ab	70,7 e
SY ARNOLD	8,80 ab	-2	17,6 cd	261 ab	100 ab	76,3 abcd
SY BLADE	8,78 ab	-5	17,6 cd	258 ab	94 ab	75,2 abcd
Media del ensayo	8,75	24 de julio <sup>1</sup>	18,3	264	99	75,2
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	0,0125	-	<0,0001	0,0663	0,0523	<0,0001
Número de ensayos	8	8	8	8	7	4

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

<sup>1</sup> Fecha de floración de la variedad testigo P0937. \* Variedades testigo Y Variedades testigo.

En la Figura 6 se observa la representación gráfica de la humedad del grano y el rendimiento de las distintas variedades en el momento de la cosecha. Las variedades de más ciclo presentan menor una humedad del grano y, en general, menor rendimiento. La variedad P0937 es una variedad interesante por combinar una alta producción con una humedad de grano en el rango medio. En este sentido, pueden destacarse también P0710 y 6130C.

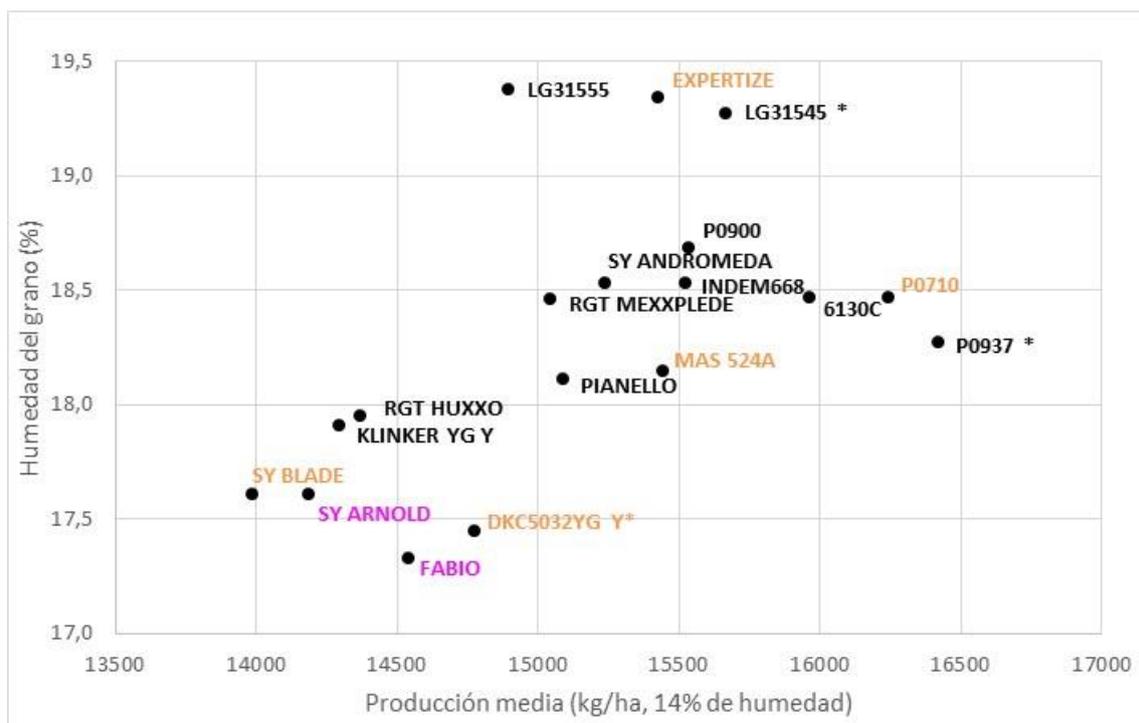


Figura 6.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 300 (rosa), 400 (naranja) y 500 (negro) ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2023. \* Variedades testigo.

### 3.2.3.- Resultados conjuntos de los años 2022 y 2023

Para el análisis conjunto de los datos de los años 2022 y 2023 se han considerado las variedades P0937 (testigo), EXPERTIZE, SY ANDROMEDA, SY ARNOLD, INDEM668, LG31555, MAS 524A, P0900, PIANELLO, RGT HUXXO y RGT MEXXPLEDE. Se han considerado un total de dieciocho ensayos. Nueve en la campaña 2022 y nueve en la 2023.

Se ha ajustado un análisis de varianza del conjunto de variedades convencionales para la producción que ha permitido determinar los porcentajes de variación de ésta, explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 37). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ( $p=0,0072$ ), pero no ha habido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo ( $p=0,6835$ ).

Tabla 37.- Resultados del análisis de varianza de la producción de variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022-2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
A	Año	1	F	0.18	0.6835		
	Localidad		A			26,297	1405,457
	Localidad*Año		A			3309,899	1811,156
B	Variedad	10	F	2.53	0.0072		
	Variedad*Año	10	F	0.69	0.7329		
	Variedad*Localidad		A			0	189,034
C	Localidad*Variedad*Año		A			1037,749	0
	ERROR		A			1003,726	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 38 se pueden observar las producciones medias de las variedades ensayadas las campañas 2022 y 2023. Ninguna variedad ha superado a la variedad de referencia P0937 en rendimiento. Entre las nuevas variedades, pueden destacarse P0900, RGT MEXXPLEDE, EXPERTIZE y LG31555 en el grupo de variedades de mejor índice productivo.

Tabla 38.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022-2023. 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 *	16268	100,0	a	18
P0900	15743	96,8	ab	18
RGT MEXXPLEDE	15650	96,2	ab	18
EXPERTIZE	15625	96,0	ab	18
LG31555	15518	95,4	ab	18
MAS 524A	15357	94,4	ab	18
INDEM668	15350	94,4	ab	18
PIANELLO	15279	93,9	ab	18
SY ANDROMEDA	15240	93,7	ab	18
RGT HUXXO	14951	91,9	b	18
SY ARNOLD	14607	89,8	b	18
Media del ensayo	15417kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	16250 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,61 %			

\*Variedad testigo

En la Tabla 39 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de todas las variedades analizadas. La variedad testigo P0937 se ha situado en el 78% de los ensayos en el tercil de mayor producción, mientras que la variedad INDEM668 lo ha hecho en la mitad de

ensayos. RGT MEXXPLEDE se ha mostrado como la variedad de mayor estabilidad genotípica y RGT HUXXO como la de mayor varianza.

Tabla 39.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022 y 2023.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) <sup>2</sup> x10 <sup>-3</sup>
	Superior	Medio	Inferior	
P0937 *	14	3	1	615,06
INDEM668	9	4	5	812,72
RGT MEXXPLEDE	8	6	4	393,93
EXPERTIZE	8	5	5	639,60
P0900	8	5	5	555,18
LG31555	7	8	3	814,01
MAS 524A	5	8	5	1079,64
SY ANDROMEDA	5	2	11	596,55
PIANELLO	4	6	8	567,23
RGT HUXXO	3	3	12	1218,27
SY ARNOLD	1	4	13	830,40
<b>GxE (Componente de la varianza)</b>				<b>741,257</b>

\*Variedad testigo.

### 3.2.3.1.- Comportamiento varietal en función de la zona geográfica

Se han agrupado los ensayos en dos zonas climáticas según su régimen térmico con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente:

1.- Fríos: incluye una agrupación de ocho ensayos en Castilla y León y Castilla-La Mancha (Guadalajara).

2.- Templados: incluye una agrupación de nueve ensayos de Aragón, Cataluña, Castilla-La Mancha (Albacete) y Navarra.

En la Tabla 40 aparece, para el conjunto de variedades, el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados de la zona agroclimática, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades ( $p=0,0238$ ). Por el contrario, no se han observado diferencias significativas entre las zonas agroclimáticas preestablecidas ( $p=0,182$ ) y la interacción variedad por zona agroclimática no ha sido significativa ( $p=0,9885$ ), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 40.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE durante las campañas 2022 y 2023, en función de la zona geográfica, para el conjunto de variedades de maíz.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
L	Zona Agroclimática	1	F	2,21	0,182		
	Localidad*Zona Agroclimática		A			271,933	1270,437
	Año	1	F	0,00	0,9487		
	Zona Agroclimática*Año	1	F	1,9	0,2099		
	Localidad*Zona Agroclimática*Año		A			2388,509	1488,752
U	Variedad	10	F	2,15	0,0238		
L*U	Zona Agroclimática*Variedad	10	F	0,26	0,9885		
	Localidad*Variedad*Zona Agroclimática		A			0	210,955
	Variedad*Año	10	F	0,52	0,8743		
	Localidad*Zona Agroclimática*Variedad*Año		A			1064,023	0
	ERROR		A			1003,726	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad.

En las Tablas 41 y 42 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas agroclimáticas (frías y templadas). Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que la interacción variedad por zona agroclimática no ha sido significativa.

Tabla 41.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022-2023, en la zonas frías. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
P0937 *	17048	100,0	a	8
RGT MEXXPLEDE	16477	96,7	ab	8
SY ANDROMEDA	16401	96,2	ab	8
INDEM668	16315	95,7	ab	8
LG31555	16313	95,7	ab	8
P0900	16282	95,5	ab	8
EXPERTIZE	16201	95,0	ab	8
PIANELLO	16134	94,6	ab	8
MAS 524A	16091	94,4	ab	8
RGT HUXXO	15801	92,7	b	8
SY ARNOLD	15367	90,1	b	8
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		16021 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		17048 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		<i>p-valor</i> = 0,4076		

\* Variedad testigo.

Tabla 42.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022 y 2023 en la zonas templadas. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
P0937 *	15648	100,0	a	8
P0900	15397	98,4	ab	9
EXPERTIZE	15178	97,0	ab	9
RGT MEXXPLEDE	15159	96,9	ab	9
LG31555	15132	96,7	abc	9
INDEM668	14962	95,6	abc	9
MAS 524A	14934	95,4	abc	9
PIANELLO	14826	94,7	abc	9
RGT HUXXO	14579	93,2	abc	9
SY ANDROMEDA	14385	91,9	bc	9
SY ARNOLD	14031	89,7	c	9
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>	14930 kg/ha al 14% de humedad			
<b>ÍNDICE 100</b>	15648 kg/ha al 14% de humedad			
<b>Nivel de significación de las variedades</b>	$p$ -valor = 0,1946			

\* Variedad testigo.

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 7 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona climática.

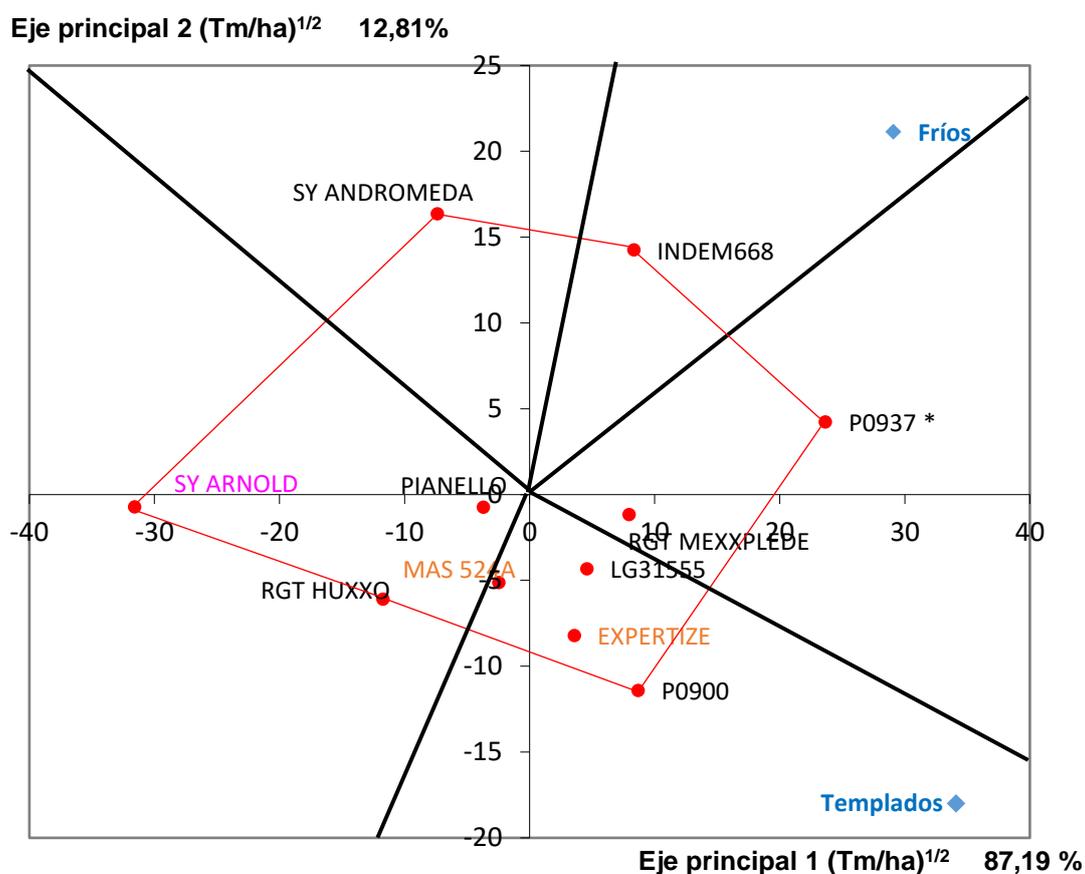


Figura 7.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencional ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022-2023, función de la zona climática. La variedad de maíz que presenta un ciclo FAO de 300 está señalizada de color rosa, mientras que, las variedades de ciclo FAO 400 están marcadas en naranja y por último las variedades de ciclo 500 están indicadas en negro. \* Variedad testigo.

### 3.2.3.2.- Comportamiento varietal en función de la productividad del ensayo

Se han agrupado los ensayos en función de su producción media, con el objetivo de facilitar la interpretación de la interacción variedad por ambiente. La producción media obtenida a partir del análisis de terciles es función de la campaña:

1.- Baja: incluye ensayos con producciones medias de las variedades inferiores a 14500 kg/ha, representando una agrupación de cinco ensayos.

2.- Media: incluye ensayos con producciones medias de las variedades comprendidas entre 14500 y 16500 kg/ha. Representa una agrupación de seis ensayos.

3.- Alta: incluye ensayos con producciones medias de las variedades superiores a 16500 kg/ha. Representa una agrupación de seis ensayos.

La Tabla 43 recoge, para las variedades convencionales, el análisis de la varianza de la variable producción que incluye, como partición del término variedad por ambiente, los efectos derivados del grupo productivo, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas de producción entre los grupos productivos establecidos ( $p = 0,0001$ ) y entre las variedades ( $p = 0,005$ ). No se ha observado una interacción variedad por grupo productivo significativa ( $p=0,6819$ ), en consecuencia, el comportamiento de las variedades no ha diferido en función de la productividad del ensayo.

Tabla 43.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2022-2023 en función de la productividad de los ensayos de las variedades de maíz.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
E	Grupo Productivo	2	F	35.58	0.0001		
	Localidad*Grupo Productivo		A			442,238	341,695
	Año	1	F	0.23	0.6785		
	Grupo productivo*Año	2	F	0.93	0.5620		
	Localidad*Grupo Productivo*Año		A			59,581	299,775
U	Variedad	10	F	3.06	0.0050		
E*U	Grupo Productivo*Variedad	20	F	0.82	0.6819		
	Localidad*Variedad*Grupo Productivo		A			92,019	288,230
	Variedad*Año	10	F	1.04	0.4274		
	Localidad*Grupo Productivo*Variedad*Año		A			629,178	352,181
	ERROR		A			1003,726	

*Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad*

En las Tablas 44, 45 y 46 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de los grupos productivos.

Tabla 44.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2022-2023, en el grupo de productividad baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
P0937 *	14083	100,0	a	6
EXPERTIZE	13788	97,9	ab	6
RGT MEXXPLEDE	13682	97,2	ab	6
P0900	13510	95,9	ab	6
MAS 524A	13332	94,7	ab	6
LG31555	13187	93,6	abc	6
PIANELLO	13120	93,2	abc	6
INDEM668	12808	90,9	bc	6
SY ANDROMEDA	12775	90,7	bc	6
RGT HUXXO	12740	90,5	bc	6
SY ARNOLD	12124	86,1	c	6
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		13195 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		14083 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		<i>p</i> -valor = 0,0685		

\* Variedad testigo.

Tabla 45.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022-2023, en el grupo de productividad media. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
P0937 *	16649	100,0	a	6
P0900	16519	99,2	ab	6
LG31555	16317	98,0	ab	6
EXPERTIZE	16200	97,3	ab	6
INDEM668	15783	94,8	ab	6
RGT MEXXPLEDE	15780	94,8	ab	6
SY ARNOLD	15511	93,2	ab	6
SY ANDROMEDA	15446	92,8	bc	6
MAS 524A	15440	92,7	bc	6
PIANELLO	15273	91,7	c	6
RGT HUXXO	15131	90,9	c	6
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		15823 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		16649 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		<i>p</i> -valor = 0,1687		

\* Variedad testigo.

Tabla 46.- Producción de las variedades de maíz ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022-2023, en el grupo de productividad alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ( $\alpha=0,05$ )	NÚMERO DE ENSAYOS
P0937 *	18031	100,0	a	6
INDEM668	17947	99,5	a	6
PIANELLO	17641	97,8	a	6
SY ANDROMEDA	17472	96,9	a	6
RGT MEXXPLEDE	17470	96,9	a	6
MAS 524A	17281	95,8	ab	6
P0900	17142	95,1	ab	6
LG31555	17044	94,5	ab	6
RGT HUXXO	16934	93,9	ab	6
EXPERTIZE	16841	93,4	ab	6
SY ARNOLD	16161	89,6	b	6
<b>MEDIA DEL ENSAYO</b>		17269 kg/ha al 14% de humedad		
<b>ÍNDICE 100</b>		18031 kg/ha al 14% de humedad		
<b>Nivel de significación de las variedades</b>		<i>p</i> -valor =0,1929		

\* Variedad testigo.

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 el grupo productivo. La testigo P0937 presenta un comportamiento similar en los diferentes ambientes productivos. EXPERTIZE y P0900 muestran una respuesta relativamente mejor en los ambiente de productividad media o baja, mientras que INDEM668 lo hace en los de producción más baja.

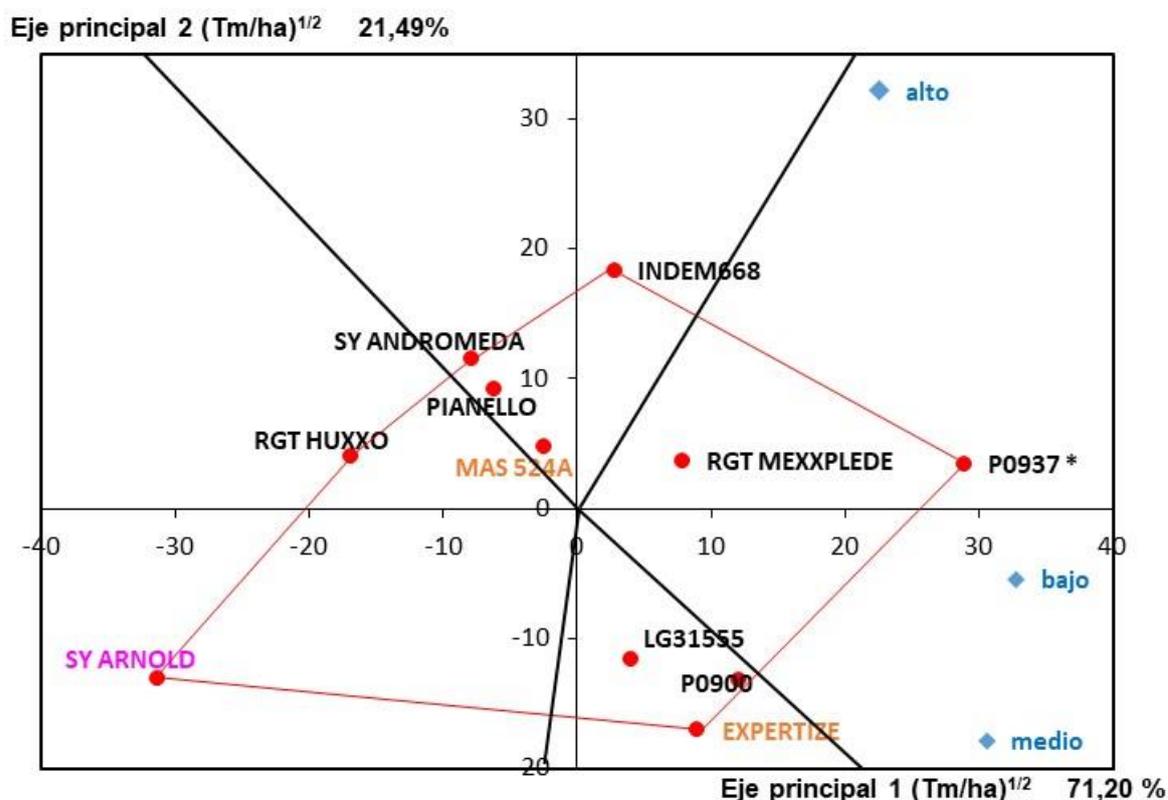


Figura 8.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2022-2023, en función de la Grupo productivo. La variedad de maíz que presenta un ciclo FAO de 300 está señalizada de color rosa, mientras que, las variedades de ciclo FAO 400 están marcadas en naranja y por último las variedades de ciclo 500 están indicades en negro. \* Variedad testigo.

### 3.2.4.- Resultados conjuntos de los años 2021-2022-2023

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2021, 2022 y 2023 de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 presentes en las tres campañas.

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 47). Se han encontrado diferencias significativas entre variedades ( $p= 0,0016$ ), pero no entre las campañas de estudio ( $p= 0,1269$ ). La interacción variedad y años tampoco ha resultado significativa ( $p= 0,9407$ ).

Tabla 47.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500, con los datos obtenidos en el marco del grupo GENVCE, durante las campañas 2021, 2022 y 2023.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>	Error estándar (kg/ha) <sup>2</sup> · 10 <sup>-3</sup>
A	Año	2	F	2.24	0.1269		
	Localidad		A			0	
	Localidad*Año		A			5144,56	1571,998
G	Variedad	5	F	4.12	0.0016		
	Variedad*Año	10	F	0.41	0.9407		
	Variedad*Localidad		A			0	
G*E	Localidad*Variedad*Año		A			2116,971	0
	ERROR		A			1156,637	

*Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad*

En la Tabla 48 se pueden observar las producciones medias de los híbridos ensayados las campañas 2021, 2022 y 2023. La variedad testigo P0937 es la que ha tenido el rendimiento más elevado, estadísticamente más algo que SY ARNOLD y RGT HUXXO, mientras que INDEM668, PIANELLO y SY ANDROMEDA no se han diferenciado entre grupos productivos.

Tabla 48.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021, 2022 y 2023. 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 *	16984	100,0	a	27
INDEM668	16598	97,7	ab	27
PIANELLO	16143	95,0	ab	27
SY ANDROMEDA	16040	94,4	ab	27
RGT HUXXO	15559	91,6	b	27
SY ARNOLD	15299	90,1	b	27
Media del ensayo	16104 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	16984 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,73 %			

\* Variedad testigo