

**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 2022.**

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 2022.

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 2022.

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 2022 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 2022.

CICLO 600-700	CICLO 400-500
672YG	BERLIOZ
DKC6980	DKC5362
IRRIDEOS	DKC5685
KWS KERUBINO	EXPERTIZE
KWS POSEIDO	HOAZIX
LG31642	INDEM668
LG31677	KWS INTELIGENS
LG31710 YG	KWS SELECTO
MAXEED	LG31555
P1772	MAS 524A
P1884	MAS 576N
SY BAMBUS	MAS 59K
SY FONTERO	P0900
SY LAVAREDO	P1049
ZAPOTEK	P1049Y
	PIANELLO
	RGT HUXXO
	RGT MEXXPLEDE
	SY ANDROMEDA
	SY ARNOLD
	SY BILBAO
TESTIGOS	TESTIGOS
DKC6729YG *	LG3490
IXABEL	P0937
P1921	

* Variedades transgénicas

Durante el año 2022 se han testado un total de 41 variedades distintas, incluyendo cinco testigos (DKC6729YG, IXABEL, P1921, LG3490 y P0937). De entre las nuevas variedades, 14 corresponden a ciclo 700, 4 a ciclo 600, 13 a ciclo 500 9 a ciclo 400 y 1 a ciclo 300 (incluida en los resultados de 400-500); 4 de ellas son transgénicas derivadas del MON810, con resistencia total a los taladros del maíz.

Las variedades DKC6729YG, IXABEL y P1921 han sido los testigos en los ensayos de ciclo 600 y 700; y LG3490 y P0937 en los de ciclo 400 y 500.

2.2.- 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 m².

Los ensayos han sido realizados por entidades públicas de carácter autonómico de Andalucía (IFAPA), Aragón (DGA), Castilla-La Mancha (IRIAF e ITAP), Castilla y León (ITACyL e ITAGRA), Cataluña (IRTA), Madrid (IMIDRA) y Navarra (INTIA). 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 2022 por Comunidades Autónomas.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	CICLO 600-700	CICLO 400-500	TOTAL
ANDALUCÍA	1	-	1
ARAGÓN	2	2	4
CASTILLA-LA MANCHA	3	3	6
CASTILLA Y LEÓN	-	4	4
CATALUNYA	2	1	3
MADRID	1	1	2
NAVARRA	1	1	2
TOTAL	10	12	22

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.
- 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.

En este informe no se incluyen los ensayos de Ciudad Real (Castilla-La Mancha) y Aranjuez (Madrid), descartados por criterios estadísticos y agronómicos, respectivamente, tanto en ciclos de 600-700 como de 400-500. Tampoco se incluye el ensayo de Espinosa de Henares (Castilla-La Mancha) de 400-500 por presentar variabilidad por encima de la admitida en el protocolo.

2.3.- 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 2022.

Tabla 3.- Variedades de maíz de ciclo 600 y 700 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2022.

Variedades	CICLO FAO	Año de ensayo	Registro	Empresa
DKC6729YG *	700	Testigo	España (2015)	DEKALB - BAYER
IXABEL	700	Testigo	España (2016)	RAGT IBERICA
P1921	700	Testigo	Italia (2010)	PIONEER - CORTEVA
IRRIDEOS	600	3º	España (2019)	RAGT IBERICA
P1772	700	3º	Italia (2019)	PIONEER - CORTEVA
SY LAVAREDO	700	3º	Italia (2019)	KOIPESOL SEMILLAS
ZAPOTEK	700	3º	España (2020)	LIDEA
LG31677	700	2º	Italia (2020)	LIMAGRAIN IBÉRICA
LG31710 YG*	700	2º	España (2020)	LIMAGRAIN IBÉRICA
KWS KERUBINO	600	2º	Italia (2018)	KWS SEMILLAS IBÉRICA
KWS POSEIDO	700	2º	Italia (2021)	KWS SEMILLAS IBÉRICA
672YG*	700	1º	España (2022)	MAS SEEDS
DKC6980	700	1º	España (2018)	BAYER DEKALB
LG31642	700	1º	Italia (2021)	LIMAGRAIN IBÉRICA
MAXEED	600	1º	Italia (2020)	RAGT IBERICA
P1884	700	1º	Italia (2021)	CORTEVA PIONEER
SY BAMBUS	700	1º	Italia (2020)	SYNGENTA
SY FONTERO	700	1º	Italia (2021)	KOIPESOL SEMILLAS

* Variedades transgénicas

3.1.2.- Resultados del año 2022.

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2022 con únicamente las variedades de maíz convencionales, se han incluido 8 ensayos, correspondientes a las localidades de Alcalá del Río (Andalucía), Biota y Ontinar de Salz (Aragón); El Poal y La Tallada d'Empordà (Catalunya); 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. No se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas (p -valor = 0,36944), si bien éstas han presentado un comportamiento variable en función de la localidad de ensayo (p -valor <0,0001). Las nuevas variedades DKC6980, ZAPOTEK y LG31677 han sido las más destacadas esta campaña, ya que han alcanzado el índice productivo medio de las variedades de referencia.

Tabla 4.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700, ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2022 respecto a los testigos (T) 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	16733	100,9	a	8
ZAPOTEK	16714	100,8	a	7
IXABEL (T)	16701	100,7	a	7
LG31677	16630	100,3	a	8
P1921 (T)	16454	99,3	a	8
MAXEED	16397	98,9	a	8
KWS KERUBINO	16175	97,6	a	8
SY BAMBUS	16171	97,5	a	7
LG31642	16108	97,2	a	8
IRRIDEOS	16049	96,8	a	8
P1884	15813	95,4	a	8
SY FONTERO	15782	95,2	a	8
P1772	15777	95,2	a	8
KWS POSEIDO	15733	94,9	a	7
SY LAVAREDO	15272	92,1	a	8
Media del ensayo (kg/ha)	16167 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	16577 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	<i>p</i> -valor = 0,3694			
Coefficiente de variación	6,04 %			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	<i>p</i> -valor < 0,0001			

También se ha procedido al análisis conjunto de los ensayos realizados en el año 2022 con las variedades de maíz convencionales más las transgénicas, donde se han incluido 6 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota y Ontinar de Salz (Aragón); El Poal y La Tallada d'Empordà (Catalunya), Las Tiesas (Castilla-La Mancha) 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. Tampoco se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas (*p*-valor = 0,3210), pero si un comportamiento variable en función de la localidad de ensayo (*p*-valor < 0,0001). La variedad más destacada ha sido la testigo transgénica DKC6729YG. DKC6980 y ZAPOTEK han alcanzado el índice productivo medio de las variedades testigo.

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 2022, respecto a los testigos DKC6729YG, 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
DKC6729YG* (T)	16956	103,3	a	6
DKC6980	16492	100,4	a	6
ZAPOTEK	16412	100,0	a	6
IXABEL (T)	16403	99,9	a	6
LG31677	16298	99,3	a	6
MAXEED	16238	98,9	a	6
IRRIDEOS	15985	97,3	a	6
LG31710 YG*	15974	97,3	a	6
KWS KERUBINO	15913	96,9	a	6
P1921 (T)	15902	96,8	a	6
672YG*	15870	96,6	a	6
KWS POSEIDO	15737	95,8	a	6
LG31642	15677	95,5	a	6
SY FONTERO	15575	94,8	a	6
SY BAMBUS	15547	94,7	a	6
P1772	15498	94,4	a	6
P1884	15396	93,8	a	6
SY LAVAREDO	14787	90,0	a	6
Media del ensayo (kg/ha)	15925 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	16420 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	<i>p</i> -valor = 0,3210			
Coficiente de variación	6,09 %			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	<i>p</i> -valor < 0,0001			

* Variedades transgénicas.

En la Tabla 6 se pueden observar los valores medios de algunos parámetros agronómicos, obtenidos en los ensayos realizados en la campaña 2022. La densidad media de todos los ensayos ha sido de 8,25 plantas/m². La variedad testigo DKC2729YG junto a KWS KERUBINO son las que han presentado las mayores densidades de plantas mientras que LG31642 es la que ha la ha tenido más baja.

La fecha media de floración femenina esta campaña ha sido el 10 de Julio. La variedad de referencia en precocidad, P1921, se ha retrasado dos días respecto a la media. IRRIDEOS y 672YG han sido las variedades más tempranas, con una fecha de floración cuatro días anterior a P1921. La variedad más tardía ha sido SY BAMBUS, con una floración retrasada un día respecto a la variedad de referencia.

SY FONTERO y SY BAMBUS han mostrado los valores más elevados de la humedad del grano; mientras que MAXEED, KWS KERUBINO e IRRIDEOS han sido las de menor humedad.

Las variedades SY BAMBUS y KWS POSEIDO han presentado los mayores valores de altura de la planta, mostrando diferencias significativas con 672YG, IRRIDEOS, KWS KERUBINO y SY LAVAREDO que han sido, por este orden, las más bajas. Esta campaña, destaca la altura de inserción de mazorca de KWS POSEIDO y KWS KERUBINO, siendo 679YG e IRRIDEOS las variedades con una menor altura de inserción.

Respecto al peso específico, la variedad P1772 ha sido la más destacada, junto a P1921, P1884, IXABEL y 672YG. Por el contrario, los valores más bajos se han observado en DKC67291YG, seguida de SY FONTERO, SY BAMBUS y LG31677. El porcentaje medio de plantas rotas ha sido del 1,2%, sin presencia de diferencias estadísticas entre variedades.

Tabla 6. Densidad de plantas, fecha de floración femenina respecto al testigo P1921 (días), humedad del grano, altura de la planta, altura de inserción de la mazorca, peso específico y porcentaje de plantas rotas de las variedades de maíz de ciclo 600 y 700 ensayadas en la red GENVCE en el año 2022. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m ²)	Fecha floración femenina (días respecto P1921)	Humedad (%)	Altura planta (cm)	Altura inserción mazorca (cm)	Peso específico (kg/hL)	Plantas rotas (%)
672YG*	8,46 ab	-4	16,6 defgh	255 e	99 d	78,5 abc	0,5
DKC6729YG* (T)	8,70 a	-2	17,9 abc	277 abcd	117 ab	74,3 g	0,4
DKC6980	8,21 ab	-2	17,5 bcd	280 abcd	110 abcd	76,2 defg	1,2
IRRIDEOS	8,51 ab	-4	16,0 fgh	262 de	103 cd	76,1 defg	1,7
IXABEL (T)	8,42 ab	-2	16,8 cdefgh	277 abcd	113 abc	78,5 ab	0,6
KWS KERUBINO	8,67 a	-1	15,8 gh	269 cde	115 ab	77,0 bcde	0,5
KWS POSEIDO	8,13 ab	0	17,3 cde	291 ab	119 a	75,9 efg	1,7
LG31642	7,57 b	-3	17,1 cdef	271 bcde	106 bcd	76,0 efg	0,7
LG31677	8,34 ab	0	17,8 abcd	276 abcd	109 abcd	74,8 fg	1,7
LG31710 YG*	8,26 ab	0	17,7 abcd	271 bcde	106 bcd	75,2 efg	0,6
MAXEED	8,19 ab	-2	15,7 h	274 bcde	113 abc	78,2 abcd	1,0
P1772	8,09 ab	-3	16,2 efgh	284 abc	108 abcd	80,2 a	1,5
P1884	8,20 ab	-2	17,2 cdef	287 abc	115 ab	78,5 ab	1,5
P1921 (T)	7,80 ab	0	17,0 cdefg	287 abc	112 abc	78,9 ab	2,7
SY BAMBUS	8,20 ab	1	18,7 ab	295 a	111 abc	74,6 fg	1,4
SY FONTERO	8,34 ab	0	18,7 a	287 abc	110 abcd	74,5 fg	1,2
SY LAVAREDO	8,18 ab	-2	17,0 cdefg	269 cde	109 abcd	76,4 cdef	2,6
ZAPOTEK	8,25 ab	-3	18,0 abc	272 bcde	112 abc	77,1 bcde	1,1
Media del ensayo	8,25	12-jul ¹	17,2	277	110	76,7	1,2
p-valor variedades	0,0176	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,6165
Número de ensayos	6	3	6	6	6	6	5

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

¹ Fecha de floración de la variedad testigo P1921. * Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

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. DKC6729YG y ZAPOTEK tienen alto potencial productivo pero con una humedad durante la recolección alta. DKC6980 e IXABEL han estado entre las variedades de mayor producción esta campaña con humedades medias. MAXEED, IRRIDEOS y KWS KERUBINO, variedades de ciclo 600, son las que han presentado menor humedad al tiempo que rendimientos productivos en el grupo medio.

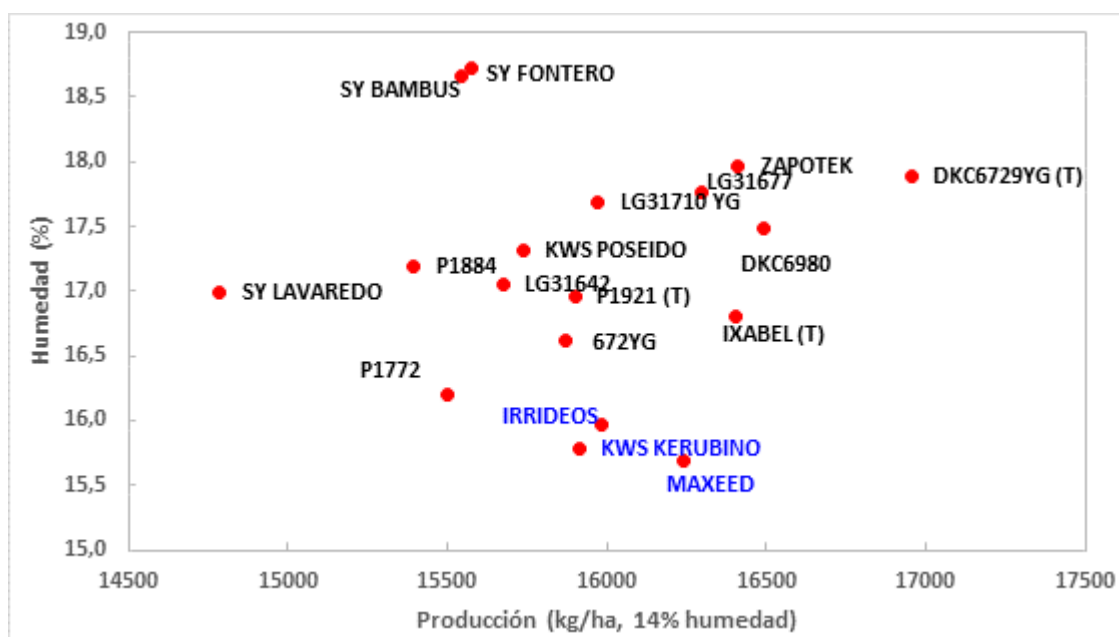


Figura 1.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 600 (azul) y 700, ensayadas en el marco de GENVCE, durante el año 2022.

3.1.3.- Resultados conjuntos de los años 2021-2022

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2021 y 2022 de las variedades convencionales de ciclo 600 y 700. Para ello se han considerado nueve variedades: IRRIDEOS, IXABEL (testigo), LG31677, KWS KERUBINO, KWS POSEIDO, P1772, P1921 (Testigo), SY LAVAREDO y ZAPOTEK. El estudio comprende 15 ensayos, 7 de ellos correspondientes a la campaña 2021 (Biota, El Poal, Malpica de Tajo, Espinosa de Henares, La Tallada d'Empordà, Las Tiasas y Ontinar de Salz) y 8 a la de 2022 (Alcalá del Río, Biota, Ontinar de Salz, Cadreita, El Poal, La Tallada d'Empordà, Las Tiasas 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 7). No se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades ($p=0,2305$) y el comportamiento no ha variado en función del año de ensayo ($p=0,1113$).

Tabla 7.- 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 y 2022.

	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
□	Año	1	F	3,02	0,1113		
	Localidad		A			0	6834,977
	Localidad*Año		A			8925,357	4041,557
○	Variedad	8	F	1,53	0,2305		
□*E	Variedad*Año	8	F	0,39	0,9106		
	Variedad*Localidad		A			0	
	Localidad*Variedad*Año		A			2330,784	984,108
	ERROR		A			1089,752	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 8 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales ensayados las campañas 2021 y 2022. La variedad ZAPOTEK ha presentado el índice productivo más destacado, seguido de LG 31677. La nueva variedad IRRIDEOS también ha superado el

índice medio de referencia. El resto de nuevas variedades no ha superado la media de rendimiento de las variedades testigo P1921 e IXABEL.

Tabla 8.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022. 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	18521	104,9	a	13
LG31677	18028	102,1	a	14
P1921 (T)	17882	101,3	a	15
IRRIDEOS	17837	101,0	a	15
IXABEL (T)	17427	98,7	a	15
P1772	17263	97,8	a	15
KWS POSEIDO	17181	97,3	a	14
KWS KERUBINO	17009	96,3	a	14
SY LAVAREDO	16844	95,4	a	14
Media del ensayo	17555 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	17655 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	5,95 %			

(T) Variedades testigo

En la Tabla 9 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades convencionales. La variedad testigo ZAPOTEK ha sido la variedad con mayor proporción de ensayos en el tercio más productivo (69%), Destacan también la testigo P1921 y LG 31677 en el tercil superior. Por el contrario las variedades KWS KERUBINO y SY LAVAREDO tienen mayor presencia en el tercil menos productivo de los ensayos. IRRIDEOS y P1772 muestran mayor estabilidad genotípica mientras que KWS POSEIDO tendría mayor respuesta al ambiente productivo.

Tabla 9.- 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 2021 y 2022.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
ZAPOTEK	9	3	1	1101,136
P1921 (T)	8	5	2	1201,22
LG31677	7	6	1	1227,675
IXABEL (T)	5	5	5	848,815
P1772	5	4	6	765,252
IRRIDEOS	4	7	4	716,144
KWS POSEIDO	4	4	6	1554,562
KWS KERUBINO	2	4	8	808,165
SY LAVAREDO	1	6	7	789,264
GxE (Componente de la varianza)				990,062

(T) Variedades testigo

En el análisis conjunto de los resultados de los años 2021 y 2022 de las variedades convencionales y transgénicas se han considerado un total de 11 variedades, 9 convencionales y 2 transgénicas, incluyendo el testigo transgénico DKC6729YG. Se han incluido en el análisis un total de 11 ensayos, 5 en la campaña 2021 (Biota, El Poal, La Tallada d'Empordà, Las Tiasas y Ontinar de Salz) y 6 en 2022 (Biota, Cadreita, El Poal, La Tallada d'Empordà, Las Tiasas y Ontinar de Salz).

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 10). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p = 0,0481$) y su comportamiento no ha variado en función del año de ensayo ($p=0,0999$).

Tabla 10.- Resultados del análisis de varianza de la variable 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 2021 y 2022.

	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	Año	1	F	3,54	0,0999		
	Localidad		A			0,0	4078,1
	Localidad*Año		A			7198,0	3852,9
G	Variedad	10	F	1,94	0,0481		
G*E	Variedad*Año	10	F	0,64	0,7763		
	Variedad*Localidad		A			0	0
	Localidad*Variedad*Año		A			1013,58	0
	ERROR		A			1083,961	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 11 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales y transgénicos ensayados las campañas 2021 y 2022. La testigo transgénica DKC6729YG, seguida ZAPOTEK y LG31677, han sido las más destacadas en rendimiento en estas dos campañas. Estas dos últimas, además, son las únicas nuevas variedades que han superado el índice productivo de referencia.

Tabla 11.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclos 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022. 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
DKC6729YG* (T)	18610	104,6	a	11
ZAPOTEK	18410	103,5	a	11
LG31677	18041	101,4	a	11
P1921 (T)	17625	99,1	a	11
IRRIDEOS	17339	97,5	a	11
KWS POSEIDO	17232	96,9	a	11
LG31710 YG*	17147	96,4	a	11
P1772	17128	96,3	a	11
IXABEL (T)	17123	96,3	a	11
KWS KERUBINO	16882	94,9	a	11
SY LAVAREDO	16704	93,9	a	11
Media del ensayo	17476 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	17786 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	5,96 %			

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

En la Tabla 12 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades convencionales y transgénicas. La variedad transgénica DKC6729YG es la que se ha encontrado en un mayor porcentaje de los ensayos (82%) entre las más productivas, sin ninguna presencia en el tercil inferior. ZAPOTEK y LG31677 también se encuentran en más del 50% de los ensayos en el tercil más productivo. Las variedades KWS KERUBINO y SY LAVAREDO son las que han tenido más ensayos en el grupo inferior de rendimiento. Las variedades transgénicas son las que han mostrado mayor estabilidad productiva, mientras que la variedad con mayor varianza genotípica ha sido KWS POSEIDO.

Tabla 12.- 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 2021 y 2022.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
DKC6729YG* (T)	9	2	0	336,962
ZAPOTEK	7	3	1	1183,284
LG31677	6	3	2	1131,076
P1921 (T)	5	4	2	861,839
IXABEL (T)	4	2	5	720,150
KWS POSEIDO	3	1	7	1327,143
P1772	3	3	5	1316,782
IRRIDEOS	2	5	4	646,091
KWS KERUBINO	2	1	8	1141,702
LG31710 YG*	2	6	3	397,835
SY LAVAREDO	1	3	7	870,982
GxE (Componente de la varianza)				904,961

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

3.1.3.1.- 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 del Valle del Ebro y Catalunya. Representa una agrupación de nueve ensayos.

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

En la Tabla 13 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 geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. No se han detectado diferencias significativas entre variedades ($p = 0,1610$) ni entre zonas geográficas ($p = 0,6696$). La interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa ($p = 0,9145$), lo que indicaría una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 13.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción en función de la zona geográfica, 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 2021 y 2022.

	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
Σ	Zona Geográfica	1	F	0,21	0,6696		
	Localidad*Zona Geográfica		A			0,0	7529,805
	Año	1	F	0,94	0,3793		
	Zona Geográfica* Año	1	F	1,08	0,3488		
	Localidad*Zona Geográfica* Año		A			10397,487	6991,166
⊙	Variedad	8	F	1,74	0,1610		
⊙Σ	Zona Geográfica*Variedad	8	F	0,38	0,9145		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			0,0	
	Variedad* Año	8	F	0,34	0,9358		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad* Año		A			1804,702	717,719
	ERROR		A			1025,752	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 14 y 15 se pueden observar las producciones de las distintas variedades convencionales en función de cada zona geográfica (Norte y Centro).

Tabla 14.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2021 y 2022 en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
ZAPOTEK	18292	103,0	a	9
LG31677	18236	102,7	a	9
P1921 (T)	17842	100,5	a	9
IXABEL (T)	17671	99,5	a	9
KWS POSEIDO	17354	97,7	a	9
IRRIDEOS	17271	97,3	a	9
P1772	17218	97,0	a	9
SY LAVAREDO	16858	94,9	a	9
KWS KERUBINO	16842	94,8	a	9
MEDIA DEL ENSAYO		17509 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		17757 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,3473		

(T) Variedad testigo

Tabla 15.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2021 y 2022 en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
ZAPOTEK	19860	110,3	a	5
IRRIDEOS	18894	105,0	a	5
P1921 (T)	18608	103,4	a	5
LG31677	18589	103,3	a	5
KWS KERUBINO	18070	100,4	a	5
KWS POSEIDO	18051	100,3	a	5
P1772	17882	99,3	a	5
SY LAVAREDO	17811	98,9	a	5
IXABEL (T)	17393	96,6	a	5
MEDIA DEL ENSAYO		18351 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		18001 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,4759		

(T) 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 geográfica. La variedad LG31677 tiende a presentar un mejor resultado relativo en la zona norte.

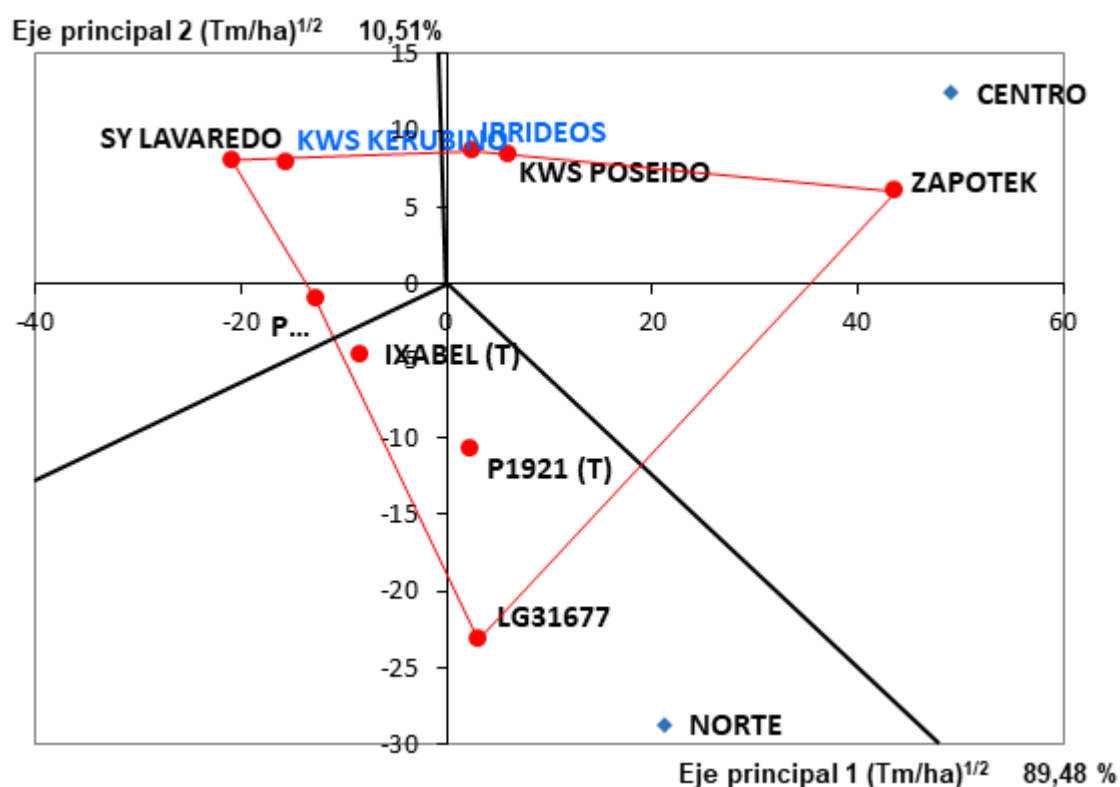


Figura 2.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022 en función de la zona geográfica. (T) Variedad testigo.

En la Tabla 16 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 geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. No se han detectado diferencias significativas entre variedades ($p=0,1732$) y tampoco se han observado diferencias significativas de producción entre zonas geográficas ($p=0,9123$) y la interacción variedad por zona geográfica tampoco ha sido significativa ($p=0,8214$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 16.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción en función de la zona geográfica, 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 2021 y 2022.

	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	0,01	0,9123		
	Localidad*Zona Geográfica		A			0,0	4910,754
	Año	1	F	0,80	0,4081		
	Zona Geográfica*Año	1	F	0,52	0,5012		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			8610,754	5299,094
G	Variedad	10	F	1,67	0,1732		
G*E	Zona Geográfica*Variedad	10	F	0,56	0,8214		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			0,0	620,357
	Variedad*Año	10	F	0,97	0,5056		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			1067,744	486,765
	ERROR		A			1083,961	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 17 y 18 se pueden observar las producciones de las distintas variedades convencionales y transgénicas en función de cada zona geográfica (Norte y Centro).

Tabla 17.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2021 y 2022 en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados. (T) Variedad testigo.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC6729YG* (T)	18786	105,0	a	9
ZAPOTEK	18275	102,1	ab	9
LG31677	18228	101,8	abc	9
P1921 (T)	17853	99,7	abcd	9
KWS POSEIDO	17358	97,0	bcd	9
LG31710 YG*	17304	96,7	bcd	9
IRRIDEOS	17257	96,4	bcd	9
P1772	17246	96,4	bcd	9
IXABEL (T)	17055	95,3	cd	9
KWS KERUBINO	16850	94,1	d	9
SY LAVAREDO	16842	94,1	d	9
MEDIA DEL ENSAYO		17550 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		17898 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,0474		

* Variedades transgénicas.

Tabla 18.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2021 y 2022 en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados. (T) Variedad testigo.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
ZAPOTEK	19166	110,6	a	2
IRRIDEOS	17854	103,0	ab	2
DKC6729YG* (T)	17654	101,9	ab	2
IXABEL (T)	17577	101,4	ab	2
LG31677	17363	100,2	ab	2
KWS KERUBINO	17176	99,1	ab	2
KWS POSEIDO	16819	97,0	ab	2
P1921 (T)	16761	96,7	ab	2
P1772	16755	96,7	ab	2
LG31710 YG*	16750	96,6	ab	2
SY LAVAREDO	16241	93,7	b	2
MEDIA DEL ENSAYO		17283 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		17331 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,5626		

* 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 geográfica.

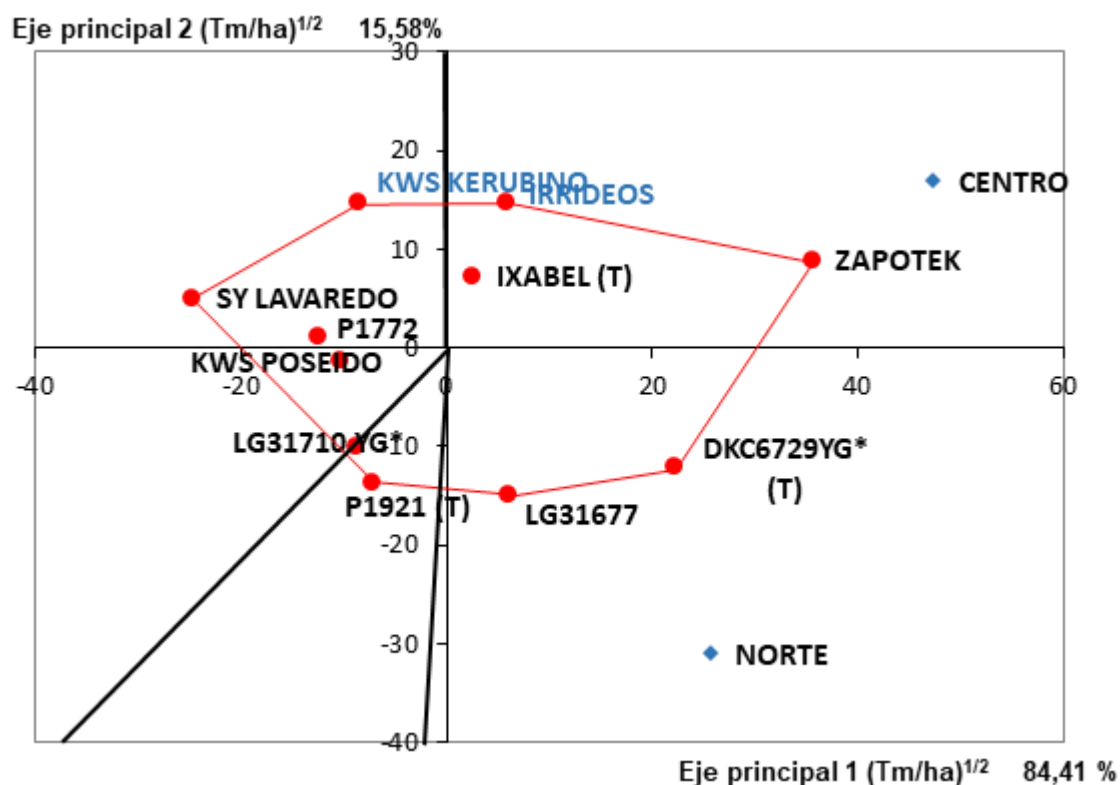


Figura 3.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022 en función de la zona geográfica. *Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo.

Hay que recordar que la interacción variedad por zona geográfica 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 es función de la campaña. Estos grupos de producción han sido:

- 1.- Baja: incluye ensayos con producciones medias de las variedades inferiores a 16000 kg/ha, representando una agrupación de cuatro ensayos.
- 2.- Media: incluye ensayos con producciones medias de las variedades comprendidas entre 16000 y 20200 kg/ha. Representa una agrupación de cinco ensayos.
- 3.- Alta: incluye ensayos con producciones medias de las variedades superiores a 17700 kg/ha. Representa una agrupación de cinco ensayos.

En la Tabla 19 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 han resultado significativas ($p = 0,0163$). Se han observado diferencias significativas de producción entre las zonas productivas ($p = 0,0004$). No se ha detectado una interacción variedad por grupo productivo ($p=0,7108$), lo que indicaría una respuesta parecido de las variedades en las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 19.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2021 y 2022, 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) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Grupo productivo	2	F	23,91	0,0004		
	Localidad*Grupo productivo		A			1753,915	938,571
	Año	1	F	12,1	0,0009		
	Grupo productivo*Año	2	F	13,89	<0,0001		
	Localidad*Grupo productivo*Año		A			0,000	0,000
G	Variedad	8	F	2,52	0,0163		
G*E	Grupo productivo*Variedad	16	F	0,77	0,7108		
	Localidad*Variedad*Grupo productivo		A			0	287,075
	Variedad*Año	8	F	0,84	0,5667		
	Localidad*Grupo productivo*Variedad*Año		A			1007,517	0,000
	ERROR		A			1025,752	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 20, 21 y 22 se puede observar la producción de las variedades convencionales, dentro de cada grupo productivo (bajo, medio y alto).

Tabla 20.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021 y 2022, 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
P1772	14558	105,9	a	4
ZAPOTEK	14472	105,3	a	4
IRRIDEOS	14422	104,9	a	4
LG31677	14020	102,0	a	4
IXABEL (T)	14002	101,9	a	4
SY LAVAREDO	13894	101,1	a	4
KWS POSEIDO	13569	98,7	a	4
KWS KERUBINO	13493	98,1	a	4
P1921 (T)	13493	98,1	a	4
MEDIA DEL ENSAYO	13991 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	13748 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,8540			

(T) Variedades testigo

Tabla 21.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021 y 2022, 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
ZAPOTEK	18477	104,7	a	5
LG31677	17912	101,5	a	5
P1921 (T)	17893	101,4	a	5
IRRIDEOS	17794	100,8	ab	5
IXABEL (T)	17415	98,6	ab	5
KWS POSEIDO	17363	98,4	ab	5
KWS KERUBINO	17298	98,0	ab	5
P1772	17040	96,5	ab	5
SY LAVAREDO	16293	92,3	b	5
MEDIA DEL ENSAYO		17498 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		17654 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,1767		

(T) Variedades testigo

Tabla 22.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021 y 2022, 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
ZAPOTEK	21931	104,5	a	5
LG31677	21652	103,2	ab	5
P1921 (T)	21536	102,6	ab	5
IRRIDEOS	20880	99,5	abc	5
KWS POSEIDO	20494	97,7	abc	5
IXABEL (T)	20438	97,4	bc	5
SY LAVAREDO	20056	95,6	c	5
P1772	19853	94,6	c	5
KWS KERUBINO	19836	94,5	c	5
MEDIA DEL ENSAYO		20742 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		20987 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,0179		

(T) 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. Se puede observar como las variedades ZAPOTEK y LG31677 sugieren un mejor comportamiento relativo en ensayos con producciones medias y altas. En cambio, P1772 e IRRIDEOS presentan mejor resultado relativo en zonas de menor productividad.

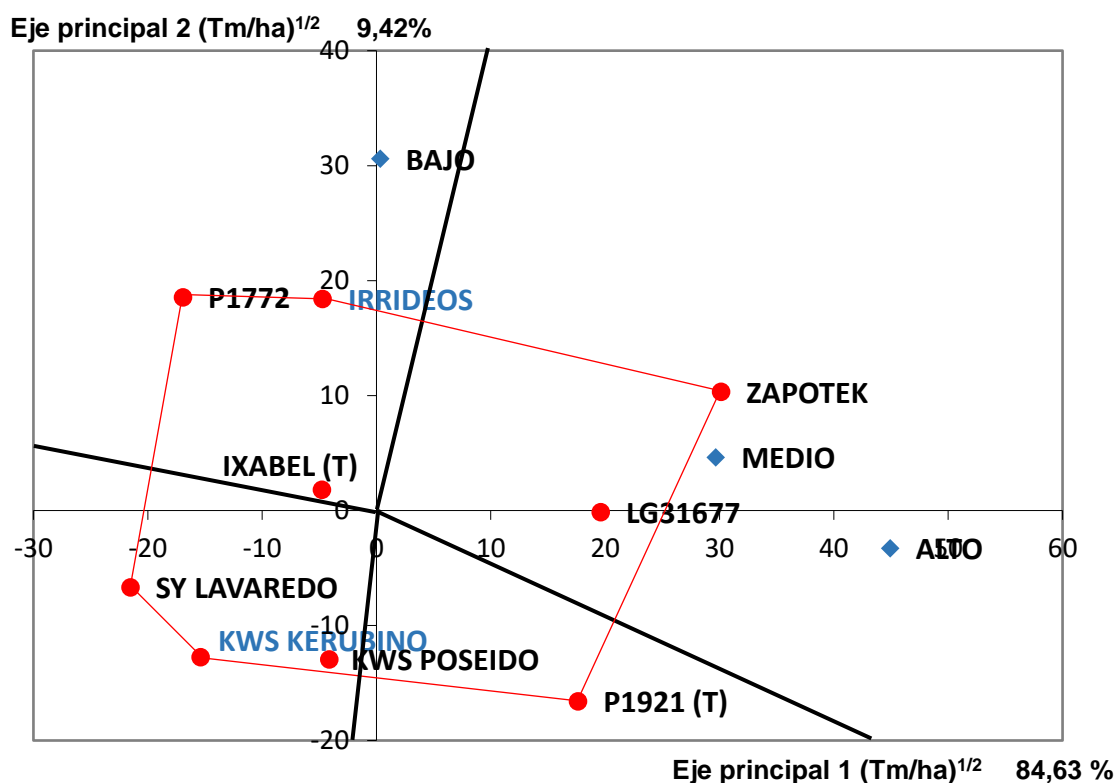


Figura 4.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022, en función de la productividad del ensayo. (T) Variedades testigo.

En la Tabla 23 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 han resultado significativas ($p = 0,005$) pero no la producción entre los grupos productivos ($p = 0,0679$) ni se ha detectado que haya una interacción variedad por grupo productivo ($p=0,8216$), lo que indicaría una respuestas parecida de las variedades en las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 23- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2021 y 2022, 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) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Grupo productivo	2	F	5,78	0,0679		
	Localidad*Grupo productivo		A			3301,563	2457,253
	Año	1	F	18,48	<0,0001		
	Grupo productivo*Año	2	F	17,63	<0,0001		
	Localidad*Grupo productivo*Año		A			0,000	
G	Variedad	10	F	2,82	0,005		
G*E	Grupo productivo*Variedad	20	F	0,69	0,8216		
	Localidad*Variedad*Grupo productivo		A			0	266,000
	Variedad*Año	10	F	0,69	0,7284		
	Localidad*Grupo productivo*Variedad*Año		A			900,485	0,000
	ERROR		A			1083,961	

En las Tablas 24, 25 y 26 se puede observar la producción de las variedades convencionales, dentro de cada grupo productivo (bajo, medio y alto) a modo indicativo.

Tabla 24.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021 y 2022, en el grupo productivo bajo. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
P1772	14917	105,2	a	3
DKC6729YG* (T)	14750	104,0	a	3
ZAPOTEK	14708	103,7	a	3
LG31677	14374	101,3	a	3
IRRIDEOS	14347	101,1	a	3
SY LAVAREDO	14292	100,7	a	3
IXABEL (T)	13909	98,0	a	3
LG31710 YG*	13905	98,0	a	3
P1921 (T)	13899	98,0	a	3
KWS POSEIDO	13815	97,4	a	3
KWS KERUBINO	13693	96,5	a	3
MEDIA DEL ENSAYO	14237 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	14186 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,9289			

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

Tabla 25.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021 y 2022, en el grupo productivo medio. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
ZAPOTEK	18446	103,2	a	5
DKC6729YG* (T)	18365	102,7	ab	5
LG31677	17897	100,1	ab	5
P1921 (T)	17874	100,0	ab	5
IRRIDEOS	17537	98,1	abc	5
LG31710 YG*	17442	97,6	abc	5
IXABEL (T)	17393	97,3	abc	5
KWS POSEIDO	17338	97,0	abc	5
KWS KERUBINO	17265	96,6	abc	5
P1772	17019	95,2	bc	5
SY LAVAREDO	16311	91,2	c	5
MEDIA DEL ENSAYO	17535 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	17877 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,187			

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

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 2021 y 2022, 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
DKC6729YG* (T)	21338	104,4	a	3
ZAPOTEK	21260	104,0	a	3
LG31677	21145	103,4	ab	3
P1921 (T)	20160	98,6	abc	3
IXABEL (T)	19838	97,0	abc	3
KWS POSEIDO	19702	96,4	abc	3
IRRIDEOS	19263	94,2	bc	3
LG31710 YG*	19054	93,2	bc	3
SY LAVAREDO	19023	93,0	c	3
P1772	18805	92,0	c	3
KWS KERUBINO	18698	91,5	c	3
MEDIA DEL ENSAYO	19844 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	20445 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0162			

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

En la Figura 5 se puede observar el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad (convencionales y transgénicas) y de su interacción con el grupo productivo. Las variedades DKC6729YG, ZAPOTEK, y LG31677 tienen un buen comportamiento en todas los ambientes productivos. P1772 presentaría un mejor resultado relativo en ensayos con baja productividad.

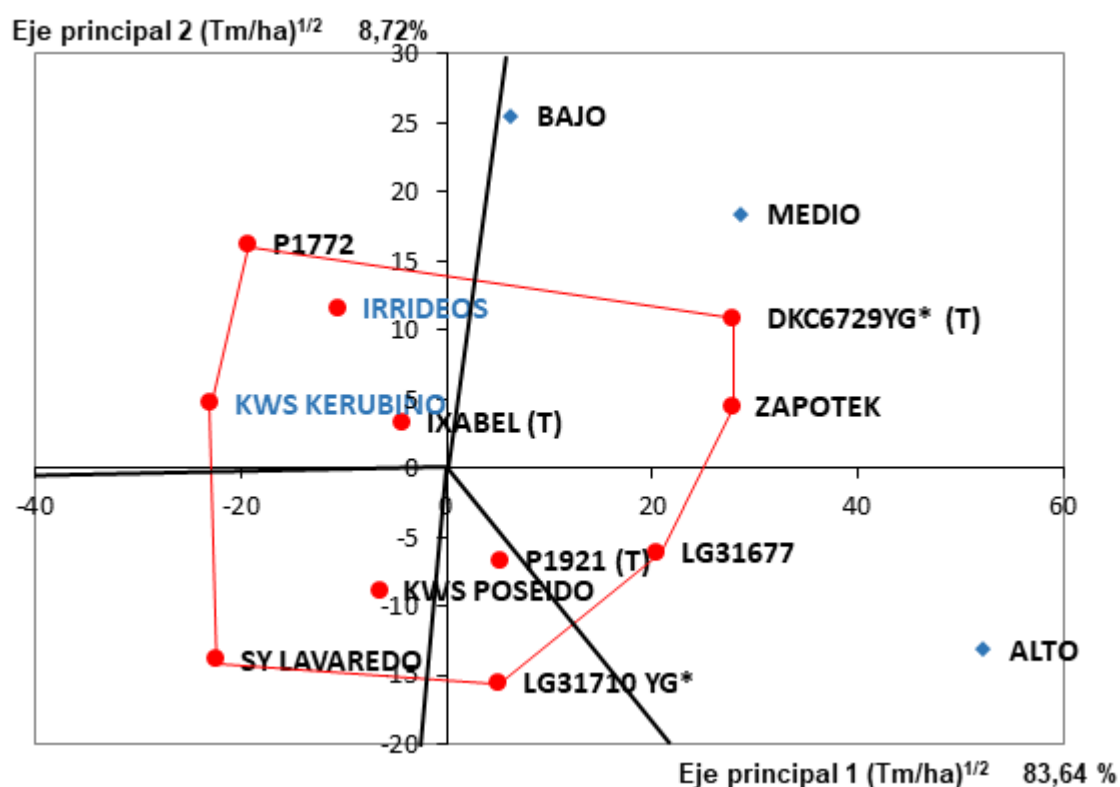


Figura 5.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 (en azul) y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022, en función de la productividad del ensayo. * Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo.

3.1.4.- Resultados conjuntos de los años 2020-2021-2022

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2020, 2021 y 2022 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 27). No se han observado diferencias significativas de rendimiento entre variedades ($p=0,0655$) ni entre las diferentes campañas ($p=0,2117$).

Tabla 27.- 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 2020, 2021 y 2022.

	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	2	F	1,79	0,2117		
	Localidad		A			169,419	1964,569
	Localidad*Año		A			5764,545	2466,707
O	Variedad	5	F	2,58	0,0655		
C*E	Variedad*Año	10	F	0,18	0,9958		
	Variedad*Localidad		A			0	
	Localidad*Variedad*Año		A			1869,083	753,464
	ERROR		A			1104,177	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 28 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales ensayados las campañas 2020, 2021 y 2022. La variedad ZAPOTEK es la más destacada, superando el índice medio de las variedades testigo, y diferenciándose de SY LAVAREDO. Solamente la variedad de referencia P1921 supera también el í100 al analizar en su conjunto los tres años de ensayo.

Tabla 28.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2020, 2021 y 2022. 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	18396	105,1	a	21
P1921 (T)	17673	101,0	ab	22
IRRIDEOS	17420	99,6	ab	21
IXABEL (T)	17318	99,0	ab	22
P1772	17280	98,8	ab	22
SY LAVAREDO	16790	96,0	b	22
Media del ensayo	17480 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	17496 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,01 %			

(T) Variedades testigo

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2020, 2021 y 2022 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 29). Se han observado diferencias significativas entre variedades ($p=0,0023$) y estas no han tenido un comportamiento diferencias según el año de ensayo ($p=0,9021$).

Tabla 29.- 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 2020, 2021 y 2022.

	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	Año	2	F	3,27	0,0826		
	Localidad		A			0	1290,684
	Localidad*Año		A			4513,664	2164,423
G	Variedad	6	F	3,68	0,0023		
G*E	Variedad*Año	12	F	0,51	0,9021		
	Variedad*Localidad		A				426,960
	Localidad*Variedad*Año		A			1098,495	0
	ERROR		A			1009,199	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 30 se pueden observar las producciones medias de las variedades convencionales y transgénicas ensayadas las campañas 2020, 2021 y 2022. Las variedades de mayor producción, tras tres años de ensayos, han sido la testigo DKC6729YG y ZAPOTEK, diferenciándose estadísticamente de SY LAVAREDO. El resto de variedades no se ha diferenciado entre grupos de rendimiento.

Tabla 30.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2020, 2021 y 2022. 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
DKC6729YG (T)	18465	104,5	a	18
ZAPOTEK	18054	102,2	a	18
P1921 (T)	17521	99,2	ab	18
IRRIDEOS	17276	97,8	ab	18
P1772	17158	97,1	ab	18
IXABEL (T)	17017	96,3	ab	18
SY LAVAREDO	16707	94,6	b	18
Media del ensayo	17457 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	17667 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	5,75 %			

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

3.2- Ciclo 400-500

3.2.1.- Variedades.

En la Tabla 31 se muestran las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas el año 2022.

Tabla 31.- Variedades de maíz de ciclo 400 y 500 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2022.

Variedades	Ciclo FAO	Año de ensayo	Registro	Empresa comercializadora
LG3490	400	TESTIGO	Italia (2008)	LIMAGRAIN IBÉRICA
P0937	500	TESTIGO	Italia (2015)	PIONEER - CORTEVA
BERLIOZ	400	3º	Eslovaquia (2019)	LIDEA
DKC5362	400	3º	Italia (2016)	DEKALB - BAYER
DKC5685	500	3º	Francia (2018)	DEKALB - BAYER
HOAZIX	400	3º	Italia (2019)	RAGT IBERICA
59K	500	3º	Italia (2020)	MAS SEEDS
P1049	500	3º	Portugal (2017)	PIONEER - CORTEVA
SY BILBAO	500	3º	Italia (2019)	SYNGENTA
INDEM668	500	2º	Italia (2019)	LIDEA
KWS INTELIGENS	400	2º	Italia (2020)	KWS SEMILLAS IBERICA
KWS SELECTO	400	2º	Francia (2020)	KWS SEMILLAS IBERICA
P1049Y*	500	2º	Portugal (2018)	PIONEER - CORTEVA
PIANELLO	500	2º	Italia (2018)	SOUFFLET SEEDS
RGT HUXXO	500	2º	Italia (2020)	RAGT IBÉRICA
SY ANDROMEDA	500	2º	Italia (2019)	SYNGENTA
SY ARNOLD	300	2º	Italia (2021)	SYNGENTA
MAS 576N	500	1º	Italia (2022)	MAS SEEDS
MAS 524A	400	1º	Italia (2022)	MAS SEEDS
LG31555	500	1º	Italia (2022)	LIMAGRAIN IBÉRICA
EXPERTIZE	400	1º	Francia (2021)	CAUSSADE SEMENCES PRO
P0900	500	1º	Portugal (2020)	CORTEVA PIONEER
RGT MEXXPLEDE	500	1º	Italia, (2020)	RAGT IBERICA

* Variedades transgénicas.

3.2.2.- Resultados del año 2022

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2022 se han incluido 9 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota y Ontinar de Salz (Aragón); Cadreita (Navarra); Las Tiesas (Castilla-La Mancha); Arbayona de Mogica, Palencia, San Juan de Torres y Fresno de la Ribera (Castilla y León) y Sucs (Catalunya).

En la Tabla 32 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 400 y 500 realizados la campaña 2022 para las variedades convencionales. Se han detectado diferencias significativas entre los híbridos ensayados (p -valor = 0,0003) y la interacción localidad por variedad ha sido también significativa (p -valor < 0,0001). Las nuevas variedades DKC5685, la testigo P0937 y RGT MEXXPLEDE han superado significativamente a las variedad KWS INTELIGENS y DKC5362. Destaca también la nueva variedad P0900 superando el índice medio de las variedades testigo. El resto de variedades no se ha diferenciado entre grupos productivos.

Tabla 32.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2022, respecto a los testigos LG3490 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
DKC5685	16358	104,9	a	9
P0937 (T)	16273	104,4	a	9
RGT MEXXPLEDE	16205	104,0	a	9
P0900	15992	102,6	ab	9
LG31555	15839	101,6	abc	9
EXPERTIZE	15717	100,8	abc	9
P1049	15702	100,7	abc	9
INDEM668	15615	100,2	abc	9
RGT HUXXO	15561	99,8	abc	9
PIANELLO	15553	99,8	abc	9
MAS 524A	15373	98,6	abc	9
MAS 59K	15316	98,3	abc	9
MAS 576N	15284	98,1	abc	8
SY ANDROMEDA	15157	97,2	abc	9
BERLIOZ	15065	96,6	abc	9
HOAZIX	15050	96,6	abc	9
LG3490 (T)	14900	95,6	abc	9
SY ARNOLD	14885	95,5	abc	9
SY BILBAO	14790	94,9	abc	9
KWS SELECTO	14778	94,8	abc	9
DKC5362	14095	90,4	bc	9
KWS INTELIGENS	13983	89,7	c	9
Media del ensayo (kg/ha)	15340 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	15587 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p -valor = 0,0003			
Coeficiente de variación	6,48%			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p -valor <0,0001			

Al evaluar las variedades transgénicas junto con las convencionales de ciclo 400 y 500 en la campaña 2022 (Tabla 33), también se encontraron diferencias significativas entre los híbridos ensayados (p -valor = 0,0002) y la interacción localidad por variedad fue igualmente significativa (p -valor < 0,0001). Al igual que en el análisis anterior, las nuevas variedades DKC5685, la testigo P0937 y RGT MEXXPLEDE han superado significativamente a las variedad KWS INTELIGENS y DKC5362. En este caso, destaca también la nueva variedad transgénica P049Y, junto a P0900 superando el índice medio de las variedades testigo. El resto de variedades no se ha diferenciado entre grupos productivos.

Tabla 33.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2022, respecto a los testigos LG3490 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
DKC5685	16358	a	104,9	9
P0937 (T)	16273	a	104,4	9
RGT MEXXPLEDE	16205	a	104,0	9
P1049Y*	15994	ab	102,6	9
P0900	15992	ab	102,6	9
LG31555	15839	abc	101,6	9
EXPERTIZE	15717	abc	100,8	9
P1049	15702	abc	100,7	9
INDEM668	15615	abc	100,2	9
RGT HUXOX	15561	abc	99,8	9
PIANELLO	15553	abc	99,8	9
MAS 524A	15373	abc	98,6	9
MAS 59K	15316	abc	98,3	9
MAS 576N	15279	abc	98,0	8
SY ANDROMEDA	15157	abc	97,2	9
BERLIOZ	15065	abc	96,6	9
HOAZIX	15050	abc	96,6	9
LG3490 (T)	14900	abc	95,6	9
SY ARNOLD	14885	abc	95,5	9
SY BILBAO	14790	abc	94,9	9
KWS SELECTO	14778	abc	94,8	9
DKC5362	14095	bc	90,4	9
KWS INTELIGENS	13983	c	89,7	9
Media del ensayo (kg/ha)	15369 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	15587 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p -valor = 0,0002			
Coeficiente de variación	6,47 %			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	p -valor < 0,0001			

* Variedades transgénicas.

En la Tabla 34 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 2022.

La densidad media de plantas de los ensayos realizados ha sido de 8,80 plantas/m². EXPERTIZE, LG 31555 y SY BILBAO han presentado las mayores densidades de planta. La testigo LG3490 es la que ha tenido el menor valor de densidad de plantas.

La fecha de floración femenina media ha sido el 18 de julio, y la de la variedad de referencia P0937 el 21 de julio. La variedades más precoces esta campaña han sido INDEM688, KWS INTELIGENS y KWS SELECTO anticipándose dos días a la fecha de floración media y cinco días a la testigo P0937. En el grupo de mayor precocidad en la floración aparecen también PIANELLO y DKC5362. Las variedades LG31555, MAS 576N y MAS 59K serían más tardías, con una fecha de inicio de floración similar a la variedad de referencia.

Esta campaña ha destacado la talla de planta de la testigo LG3490, seguida en altura por MAS576N, SY BILBAO y SY ARNOLD. Las plantas más bajas han sido las de DKC5362 y HOAZIX. Respecto la altura de inserción de mazorca, LG3490 seguida de SY BILBAO han presentado los valores más altos. La inserción de mazorca más baja la ha tenido la variedad KWS INTELIGENS, a la que ha seguido MAS 524A.

Se han observado también diferencias significativas en la humedad de las variedades. P1049 es la que ha presentado mayor humedad en cosecha, destacando también P1049Y y MAS 59K, todas ellas de ciclo 500. Los menores valores de humedad se observan en variedades de ciclos más cortos. Esta campaña la variedad de menor humedad en cosecha ha sido LG3490. En el grupo de humedades bajas pueden destacarse también SY ARNOLD, SY BILBAO y KWS INTELIGENS.

El grupo de variedades con mayor peso hectolítico de grano ha estado formado por DKC5362, PIANELLO, DKC5685, SY ARNOLD, MAS 576N, MAS 59K, HOAZIX, P0900 y INDEM668. No se han observado diferencias en el porcentaje de plantas rotas.

Tabla 34.- 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, peso específico y porcentaje de plantas rotas, de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas en la red GENVCE en el año 2022. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m ²)	Fecha floración femenina (días respecto P0937)	Humedad (%)	Altura planta (cm)	Altura inserción mazorca (cm)	Peso específico (kg/hL)	Plantas rotas (%)
BERLIOZ	8,52	-3	18,2 abcd	268 bcd	104 abcd	74,0 ab	0,9
DKC5362	8,54	-4	17,8 bcd	253 d	98 bcd	76,8 a	0,8
DKC5685	8,51	-2	18,3 abcd	262 bcd	100 bcd	76,4 a	1,0
EXPERTIZE	9,28	-1	18,9 abc	273 abc	106 abc	74,9 ab	0,7
HOAZIX	8,78	-2	17,9 bcd	258 cd	99 bcd	76,1 a	0,5
INDEM668	8,70	-5	18,8 abc	267 bcd	103 abcd	75,8 a	0,2
KWS INTELIGENS	8,62	-5	17,7 cd	273 abc	91 d	74,4 ab	0,8
KWS SELECTO	8,69	-5	18,3 abcd	275 abc	98 bcd	74,8 ab	1,4
LG31555	9,24	0	18,7 abcd	274 abc	107 abc	74,3 ab	2,1
LG3490 (T)	8,47	-2	16,8 d	291 a	114 a	74,7 ab	1,3
MAS 524A	8,99	-2	18,6 abcd	266 bcd	97 cd	75,3 ab	0,5
MAS 576N	8,64	0	18,9 abc	279 ab	108 abc	76,2 a	0,4
MAS 59K	8,79	0	19,6 ab	260 bcd	102 abcd	76,1 a	1,1
P0900	9,12	-1	18,7 abcd	269 bcd	101 abcd	76,1 a	1,4
P0937 (T)	8,69	-	18,3 abcd	266 bcd	99 bcd	75,2 ab	1,5
P1049	8,70	-2	20,0 a	265 bcd	102 abcd	74,2 ab	1,8
P1049Y*	8,79	-3	19,7 ab	270 bcd	108 abc	74,4 ab	1,1
PIANELLO	8,89	-4	18,4 abcd	266 bcd	100 bcd	76,6 a	0,5
RGT HUXXO	8,58	-3	17,8 bcd	273 abcd	108 abc	75,3 ab	1,1
RGT MEXXPLEDE	8,93	-3	18,4 abcd	272 abcd	105 abc	75,5 ab	1,0
SY ANDROMEDA	8,89	-1	18,3 abcd	267 bcd	108 abc	72,6 b	0,4
SY ARNOLD	8,82	-1	17,3 cd	278 ab	108 abc	76,4 a	1,8
SY BILBAO	9,21	-3	17,5 cd	279 ab	112 ab	75,4 ab	1,6
Media del ensayo	8,80	21 de julio ¹	18,4	270	103	75,3	1,1
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	0,0137	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,7320
Número de ensayos	7	6	9	9	9	6	3

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

¹ Fecha de floración de la variedad testigo P0937. * Variedades transgénicas. (T) 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 ciclo 400 presentan menor humedad del grano y, en general, menor rendimiento. Las variedades de ciclo 500 DKC5680, P0937 y RGT MEXXPLEDE son interesantes porque presentan una alta producción con una humedad de grano en el rango medio.

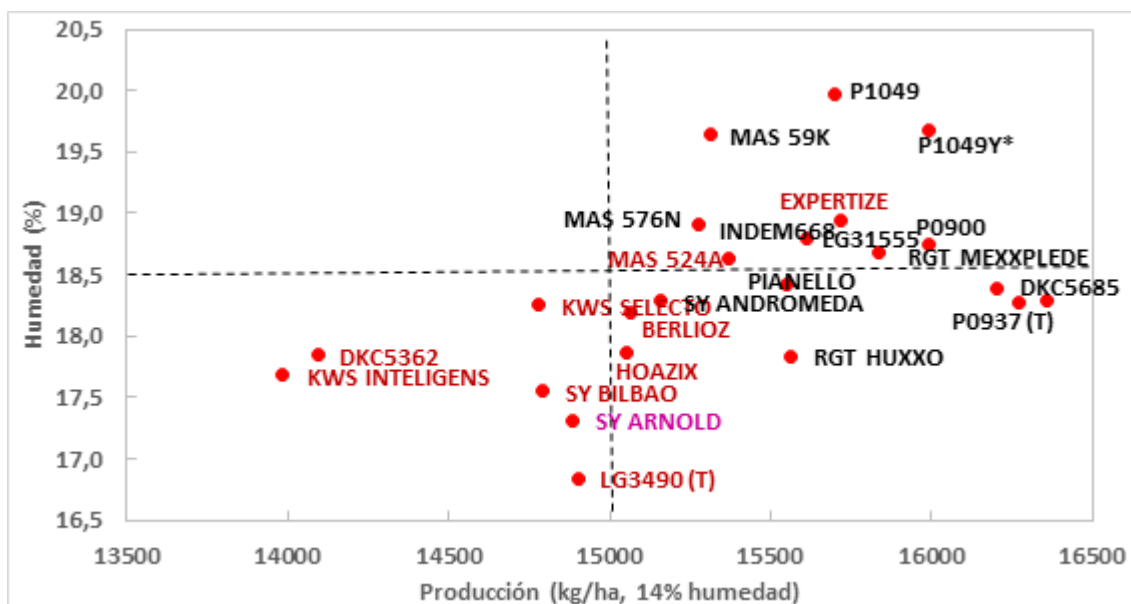


Figura 6.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 300 (rosa), 400 (marrón) y 500 (negro) ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2022* Variedades transgénicas.

3.2.3.- Resultados conjuntos de los años 2021 y 2022

Para el análisis conjunto de los datos de los años 2021 y 2022 se han considerado las variedades LG3490 (testigo), SY ANDROMEDA, SY ARNOLD, SY BILBAO, BERLIOZ, DKC5362, DKC5685, HOAZIX, INDEM668, KWS INTELIGENS, KWS SELECTO, MAS 59K, P0937 (testigo), P1049, P1049Y, PIANELLO y RGT HUXXO. Se han considerado un total de 17 ensayos para el análisis de las variedades convencionales, ocho en la campaña 2021 y nueve en la 2022. En el análisis conjunto de variedades convencionales y transgénicas, se han considerado 6 ensayos en 2021 y 9 en 2022.

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 35). No se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p=0,2973$) y no ha habido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo ($p=0,1015$).

Tabla 35.- 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 2021-2022.

	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	4,74	0,1015		
	Localidad		A			0	3963,849
	Localidad*Año		A			5266,443	3975,283
G	Variedad	15	F	2,13	0,2973		
G*E	Variedad*Año	15	F	0,2	0,9865		
	Variedad*Localidad		A			31,406	2068,413
	Localidad*Variedad*Año		A			1062,714	2034,923
	ERROR		A			1174,560	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 36 se pueden observar las producciones medias de las variedades ensayadas las campañas 2021 y 2022. Ninguna variedad ha superado a la variedad de referencia P0937 en rendimiento. DKC5685, P1049, PIANELLO, RGT HUXXO, MAS 59K y SY ANDROMEDIA superan el índice medio de las variedades testigo al agrupar los dos años de ensayo.

Tabla 36.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021-2022. 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 (T)	17389	105,1	a	17
DKC5685	17153	103,7	a	17
P1049	17045	103,1	a	17
INDEM668	17030	103,0	a	17
PIANELLO	16805	101,6	a	17
RGT HUXXO	16731	101,2	a	17
MAS 59K	16703	101,0	a	17
SY ANDROMEDA	16612	100,4	a	17
BERLIOZ	16317	98,7	a	17
HOAZIX	16155	97,7	a	17
SY ARNOLD	16106	97,4	a	17
SY BILBAO	15827	95,7	a	17
KWS SELECTO	15815	95,6	a	17
LG3490 (T)	15688	94,9	a	17
DKC5362	15606	94,4	a	17
KWS INTELIGENS	15314	92,6	a	17
Media del ensayo	16393 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	16598 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,61 %			

(T)Variedades testigo

En la Tabla 37 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de todas las variedades analizadas. SY ANDROMEDA es la variedad de mayor estabilidad genotípica y KWS INTELIGENS la de mayor varianza.

Tabla 37.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
DKC5685	13	3	1	768,23
P0937 (T)	13	3	1	870,418
P1049	12	4	1	839,053
INDEM668	11	4	2	494,706
PIANELLO	9	5	3	494,477
MAS 59K	8	7	2	676,811
SY ANDROMEDA	7	9	1	402,757
BERLIOZ	6	5	6	532,228
RGT HUXXO	6	6	5	1034,567
KWS SELECTO	4	5	8	985,628
HOAZIX	3	6	8	547,11
SY ARNOLD	3	6	8	741,347
KWS INTELIGENS	2	4	11	3294,028
LG3490 (T)	2	5	10	1339,092
SY BILBAO	2	7	8	1559,221
GxE (Componente de la varianza)				965,273

(T)Variedades testigo

El análisis de varianza, para el conjunto de variedades convencionales y transgénicas, de la variable producción para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo se muestra en la Tabla 38. Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p < 0,0001$), un efecto del año de ensayo ($p = 0,0473$) y no ha habido un comportamiento diferencial de las variedades en función del año de ensayo ($p = 0,9642$).

Tabla 38.- Resultados del análisis de varianza de la producción de variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021-2022.

	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	5,43	0,0473		
	Localidad		A			0	1558,120
	Localidad*Año		A			3413,742	1712,531
G	Variedad	16	F	4,53	<,0001		
	Variedad*Año	16	F	0,46	0,9642		
G*E	Variedad*Localidad		A			253,807	191,230
	Localidad*Variedad*Año		A			674,452	0
	ERROR		A			1077,683	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 39 se pueden observar las producciones medias de las variedades convencionales junto con las variedad transgénica P1049Y en las campañas 2021 y 2022. La variedad testigo P0937 ha sido la variedad más destacada en rendimiento, superando estadísticamente a KWS INTELIGENS, DKC5362, SY BILBAO y la también testigo LG3490. Entre las variedades de mayor producción se encuentran también DKC5685, P1049 y P1049Y. El resto de variedades no se ha diferenciado entre grupos productivos, con las variedades INDEM668, PIANELLO y MAS 59K superando el índice 100.

Tabla 39.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021-2022. 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 (T)	17327	105,0	a	15
DKC5685	17279	104,7	ab	15
P1049	17181	104,1	ab	15
P1049Y*	17133	103,8	ab	15
INDEM668	16735	101,4	abc	15
MAS 59K	16701	101,2	abc	15
PIANELLO	16676	101,0	abc	15
SY ANDROMEDA	16485	99,9	abc	15
RGT HUXOX	16291	98,7	abc	15
BERLIOZ	16191	98,1	abc	15
SY ARNOLD	16115	97,6	abc	15
HOAZIX	16070	97,4	abc	15
KWS SELECTO	15890	96,3	abc	15
LG3490 (T)	15682	95,0	bc	15
SY BILBAO	15488	93,8	c	15
DKC5362	15388	93,2	c	15
KWS INTELIGENS	15295	92,7	c	15
Media del ensayo	16349 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	16504 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,35 %			

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

En la Tabla 40 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de todas las variedades convencionales y transgénicas analizadas. Las variedades con una mayor presencia en el tercil superior de producción de los ensayos han sido P0937 (80%), DKC5685 (73%), P1049 (73%) y P1049Y (60%). Además, estas dos últimas variedades no se han hallado en el tercil de menor producción en ninguno de los ensayos de las dos últimas campañas. KWS INTELIGENS y SY BILBAO son variables con mayor inestabilidad genotípica, respondiendo más al ambiente productivo. Contrariamente, SY ANDROMEDA y INDEM668 son las variedades que han mostrado menor varianza genotípica.

Tabla 40.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021 y 2022.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
P0937 (T)	12	1	2	561,095
DKC5685	11	2	2	717,212
P1049	11	4	0	550,624
P1049Y*	9	6	0	549,826
INDEM668	8	5	2	323,732
MAS 59K	8	4	3	685,858
BERLIOZ	5	3	7	583,906
PIANELLO	5	7	3	483,986
RGT HUXXO	4	5	6	809,872
SY ANDROMEDA	4	7	4	301,759
HOAZIX	3	2	10	515,104
SY ARNOLD	3	5	7	668,847
KWS INTELIGENS	2	3	10	3700,638
KWS SELECTO	2	4	9	915,741
LG3490 (T)	2	5	8	1355,646
SY BILBAO	1	7	7	1770,855
DKC5362	0	5	10	915,147
GxE (Componente de la varianza)				733,084

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

3.2.3.1.- 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 doce ensayos.

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

En la Tabla 41 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 geográfica, además de los consabidos del año y de la localidad de ensayo. Se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades ($p < 0,0001$). Por el contrario, no se han observado diferencias significativas entre las zonas geográficas preestablecidas ($p = 0,9027$) y la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa ($p = 0,8341$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 41.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE durante las campañas 2021 y 2022, en función de la zona geográfica, para las variedades de maíz convencionales.

	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
U	Zona Geográfica	1	F	0,02	0,9027		
	Localidad*Zona Geográfica		A			0,0	4047,885
	Año	1	F	3,79	0,1280		
	Zona Geográfica*Año		F				
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			5608,319	4256,427
U	Variedad	15	F	4,00	<0,0001		
U*U	Zona Geográfica*Variedad	15	F	0,65	0,8341		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			0,0	239,281
	Variedad*Año	15	F	0,38	0,9838		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			1123,347	0,000
	ERROR		A			1174,560	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 42 y 43 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 la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa.

Tabla 42.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021-2022, en la zona geográfica Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC5685	17572	106,6	a	5
P0937 (T)	17486	106,1	ab	5
INDEM668	17453	105,9	abc	5
PIANELLO	17337	105,2	abc	5
RGT HUXO	17150	104,0	abcd	5
BERLIOZ	16893	102,5	abcde	5
SY ANDROMEDA	16811	102,0	abcdef	5
P1049	16582	100,6	abcdef	5
MAS 59K	16489	100,0	abcdef	5
HOAZIX	16408	99,5	abcdef	5
DKC5362	16387	99,4	abcdef	5
SY ARNOLD	15936	96,7	bcdef	5
KWS SELECTO	15693	95,2	def	5
LG3490 (T)	15479	93,9	ef	5
KWS INTELIGENS	15398	93,4	ef	5
SY BILBAO	15259	92,6	f	5
MEDIA DEL ENSAYO				
ÍNDICE 100	16521 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	16483 kg/ha al 14% de humedad			
	<i>p-valor</i> = 0,0324			

(T) Variedades testigo

Tabla 43.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVE, durante los años 2021 y 2022 en la zona geográfica del Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
P0937 (T)	17351	104,7	a	12
P1049	17257	104,2	a	12
DKC5685	16978	102,5	ab	12
MAS 59K	16918	102,1	abc	12
INDEM668	16880	101,9	abc	12
PIANELLO	16575	100,0	abcd	12
RGT HUXO	16544	99,9	abcd	12
SY ANDROMEDA	16525	99,7	abcd	12
SY ARNOLD	16186	97,7	bcde	12
SY BILBAO	16083	97,1	bcde	12
BERLIOZ	16066	97,0	bcde	12
HOAZIX	16045	96,8	bcde	12
KWS SELECTO	15880	95,9	cde	12
LG3490 (T)	15783	95,3	de	12
KWS INTELIGENS	15298	92,3	e	12
DKC5362	15267	92,2	e	12

MEDIA DEL ENSAYO	16352 kg/ha al 14% de humedad
ÍNDICE 100	16567 kg/ha al 14% de humedad
Nivel de significación de las variedades	$p\text{-valor} = 0,0002$

(T) 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 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 geográfica.

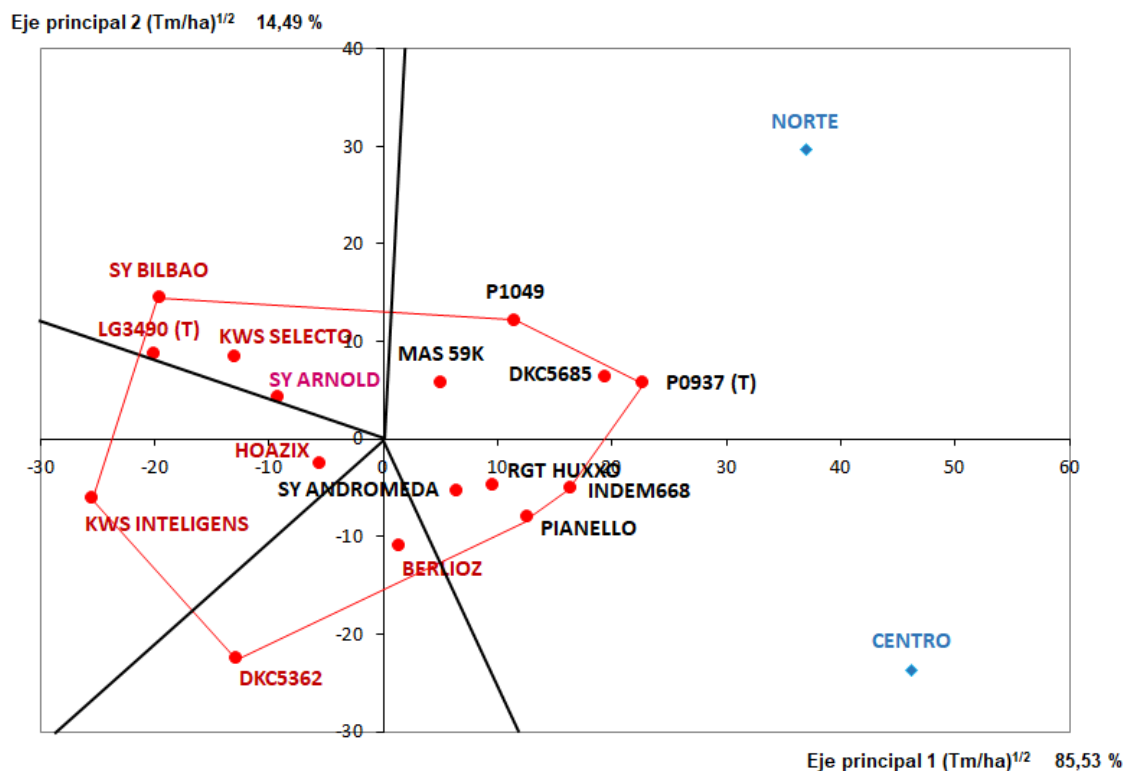


Figura 7.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVE durante los años 2021-2022, en función de la zona geográfica. (T) Variedades testigo.

En la Tabla 44 se presenta para las variedades convencionales y transgénicas, el análisis de la varianza de la variable producción. Se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades ($p = 0,0022$) y no se han observado diferencias significativas entre las zonas geográficas preestablecidas ($p = 0,9124$). La interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa ($p = 0,9082$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 44.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE durante las campañas 2021 y 2022, en función de la zona geográfica, para las variedades de maíz convencionales y transgénicas.

	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	Zona Geográfica	1	F	0,01	0,9124		
	Localidad*Zona Geográfica		A			0,000	17334,739
	Año	1	F	1,17	0,3252		
	Zona Geográfica*Año	1	F	1,27	0,3072		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			3622,397	2258,515
U	Variedad	16	F	3,03	0,0022		
M*U	Zona Geográfica*Variedad	16	F	0,54	0,9082		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			255,866	205,724
	Variedad*Año	16	F	0,47	0,9592		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			718,870	0,000
	ERROR		A			1077,683	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 45 y 46 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de las zonas geográficas (Norte y Centro).

Tabla 45.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021-2022, en la zona geográfica Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
DKC5685	18074	109,4	a	3
P1049Y*	17631	106,7	ab	3
PIANELLO	17388	105,2	abc	3
P0937 (T)	17218	104,2	abc	3
P1049	17188	104,0	abc	3
BERLIOZ	17058	103,2	abc	3
INDEM668	16896	102,3	abc	3
MAS 59K	16843	101,9	abc	3
SY ANDROMEDA	16670	100,9	abcd	3
RGT HUXXO	16655	100,8	abcd	3
HOAZIX	16436	99,5	abcd	3
DKC5362	16369	99,1	abcd	3
SY ARNOLD	16256	98,4	abcd	3
KWS INTELIGENS	16090	97,4	abcd	3
LG3490 (T)	15828	95,8	bcd	3
KWS SELECTO	15453	93,5	cd	3
SY BILBAO	14724	89,1	d	3
MEDIA DEL ENSAYO	16634 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	16523 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	p -valor = 0,2571			

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

Tabla 46.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVE, durante los años 2021 y 2022 en la zona geográfica del Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
P0937 (T)	17571	105,1	a	12
P1049	17391	104,1	ab	12
DKC5685	17293	103,5	abc	12
P1049Y*	17202	102,9	abcd	12
INDEM668	16902	101,1	abcde	12
MAS 59K	16875	101,0	abcdef	12
PIANELLO	16685	99,8	abcdef	12
SY ANDROMEDA	16644	99,6	abcdef	12
RGT HUXO	16400	98,1	bcdef	12
SY ARNOLD	16287	97,5	cdefg	12
KWS SELECTO	16229	97,1	defg	12
HOAZIX	16178	96,8	defg	12
BERLIOZ	16157	96,7	efg	12
SY BILBAO	15918	95,2	efg	12
LG3490 (T)	15853	94,9	fg	12
DKC5362	15323	91,7	g	12
KWS INTELIGENS	15285	91,5	g	12
MEDIA DEL ENSAYO		16482 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		16712 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		<i>p</i> -valor = 0,0007		

* Variedades transgénicas. (T) Variedades testigo

A continuación se presenta, para las variedades convencionales y transgénicas, 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 del ensayo.

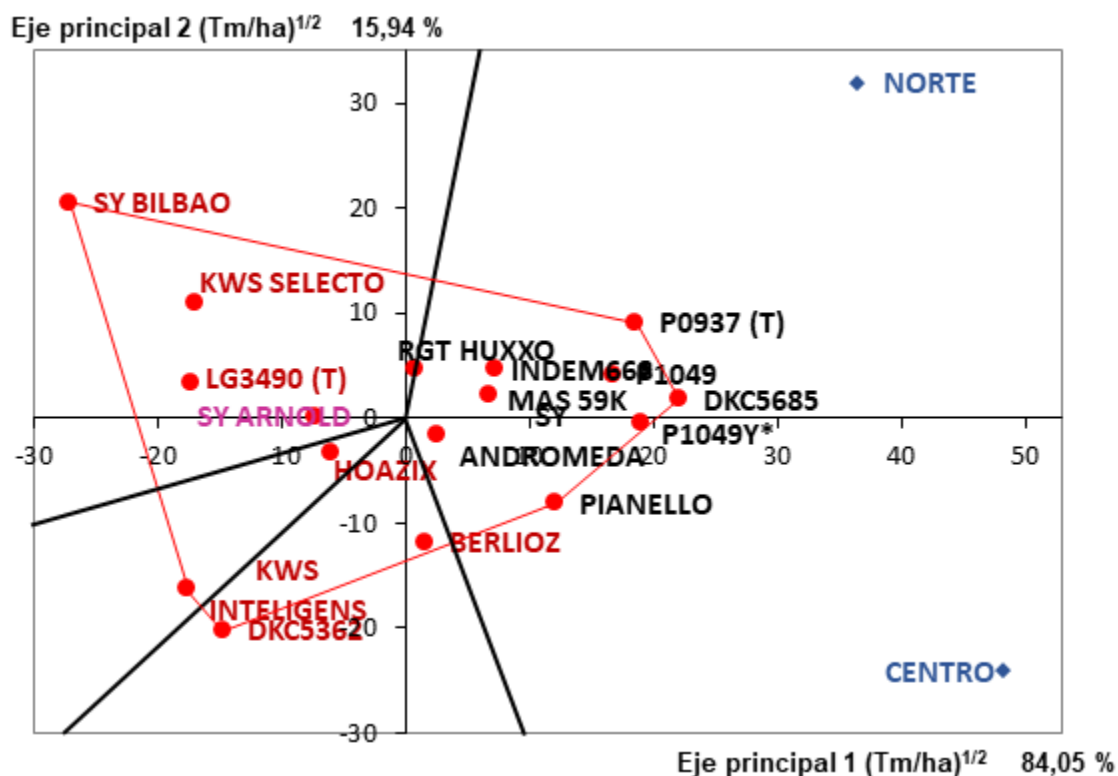


Figura 8.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en la red GENVCE durante los años 2021-2022, en función de la zona geográfica del ensayo.* Variedades transgénicas. (T) Variedades 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 16000 kg/ha, representando una agrupación de cinco ensayos.
- 2.- Media: incluye ensayos con producciones medias de las variedades comprendidas entre 15600 y 16900 kg/ha. Representa una agrupación de seis ensayos.
- 3.- Alta: incluye ensayos con producciones medias de las variedades superiores a 16600 kg/ha. Representa una agrupación de seis ensayos.

La Tabla 47 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 ($p = <,00001$). No se ha observado una interacción variedad por grupo productivo significativa ($p = 0,6974$), en consecuencia, el comportamiento de las variedades no ha diferido en función de la productividad del ensayo.

Tabla 47.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2021-2022 en función de la productividad de los ensayos de las variedades convencionales.

	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	Grupo Productivo	2	F	22,10	<0,0001		
	Localidad*Grupo Productivo		A			0	806,379
	Año	1	F	10,24	0,0016		
	Grupo productivo*Año	2	F	1,50	0,2264		
	Localidad*Grupo Productivo*Año		A			1418,635	0
G	Variedad	15	F	4,64	<0,0001		
G*E	Grupo Productivo*Variedad	30	F	0,84	0,6974		
	Localidad*Variedad*Grupo Productivo		A			964,8	198,933
	Variedad*Año	15	F	0,40	0,9748		
	Localidad*Grupo Productivo*Variedad*Año		A			0	0
	ERROR		A			1174,560	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 48, 49 y 50 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de los grupos productivos.

Tabla 48.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2021-2022, en el grupo de productividad baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	NÚMERO DE ENSAYOS
PIANELLO	14410	105,9	a	5
MAS 59K	14220	104,5	a	5
DKC5685	14165	104,1	a	5
INDEM668	14079	103,5	ab	5
RGT HUX XO	13952	102,6	ab	5
SY ANDROMEDA	13922	102,4	ab	5
SY BILBAO	13869	102,0	ab	5
P0937 (T)	13811	101,5	ab	5
BERLIOZ	13724	100,9	ab	5
P1049	13663	100,5	ab	5
HOAZIX	13562	99,7	ab	5
DKC5362	13407	98,6	ab	5
LG3490 (T)	13392	98,5	ab	5
KWS SELECTO	12958	95,3	ab	5
KWS INTELIGENS	12677	93,2	bc	5
SY ARNOLD	12619	92,8	c	5
MEDIA DEL ENSAYO		13652 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		13602 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		<i>p</i> -valor =0,4298		

(T) Variedades testigo

Tabla 49.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCCE durante los años 2021-2022, 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 (T)	17444	106,2	a	6
P1049	17278	105,2	ab	6
DKC5685	16950	103,2	abc	6
SY ARNOLD	16679	101,6	abcd	6
PIANELLO	16596	101,1	abcde	6
INDEM668	16463	100,2	abcde	6
RGT HUXXO	16429	100,0	abcde	6
SY ANDROMEDA	16305	99,3	abcde	6
MAS 59K	16284	99,2	abcde	6
HOAZIX	16143	98,3	abcde	6
BERLIOZ	16010	97,5	bcde	6
KWS INTELIGENS	15648	95,3	cde	6
KWS SELECTO	15613	95,1	cde	6
DKC5362	15543	94,6	de	6
LG3490 (T)	15403	93,8	de	6
SY BILBAO	15346	93,4	e	6
MEDIA DEL ENSAYO	16258 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	16424 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	<i>p</i> -valor = 0,0336			

(T) Variedades testigo

Tabla 50.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCCE durante los años 2021-2022, 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 (T)	19761	107,0	a	6
DKC5685	19591	106,1	ab	6
INDEM668	19266	104,3	abc	6
P1049	19039	103,1	abcd	6
RGT HUXXO	18839	102,0	abcd	6
SY ANDROMEDA	18713	101,3	abcde	6
MAS 59K	18662	101,1	abcde	6
PIANELLO	18500	100,2	abcdef	6
BERLIOZ	18306	99,1	bcdefg	6
KWS SELECTO	18172	98,4	cdefg	6
SY ARNOLD	17922	97,1	cdefgh	6
HOAZIX	17847	96,7	defgh	6
SY BILBAO	17491	94,7	efgh	6
LG3490 (T)	17169	93,0	fgh	6
DKC5362	17118	92,7	gh	6
KWS INTELIGENS	16705	90,5	h	6
MEDIA DEL ENSAYO	18319 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	18465 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	<i>p</i> -valor < 0,00001			

(T) 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 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 el grupo productivo. La testigo P0937 presenta un mejor comportamiento relativo en los ensayos de productividad media o alta. PIANELLO y MAS 59K destacarían más en los ensayos de menor productividad.

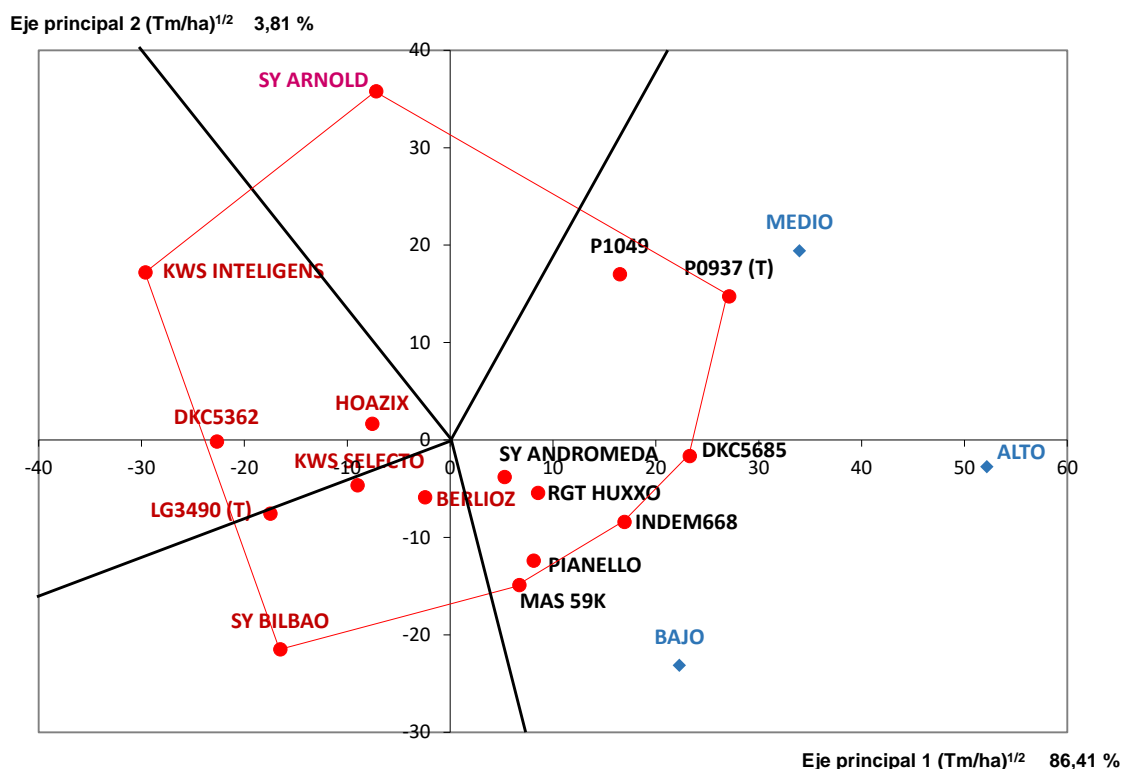


Figura 9.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021-2022, en función de la Grupo productivo. (T) Variedades testigo.

En la Tabla 51 aparece, para 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 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 ($p < 0,0001$), y no se ha observado una interacción variedad por grupo productivo significativa ($p = 0,9847$). En consecuencia, el comportamiento de las variedades no ha diferido en función de la productividad del ensayo.

Tabla 51.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2021-2022 en función de la productividad del ensayo de las variedades convencionales y transgénicas.

	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	Grupo Productivo	2	F	25,01	<0,0001		
	Localidad*Grupo Productivo		A			687,669	0,000
	Año	1	F	24,01	<0,0001		
	Grupo productivo*Año	2	F	1,98	0,1422		
	Localidad*Grupo Productivo*Año		A			0,000	
G	Variedad	16	F	4,61	<0,0001		
G*E	Grupo Productivo*Variedad	32	F	0,5	0,9847		
	Localidad*Variedad*Grupo Productivo		A			883,278	196,502
	Variedad*Año	16	F	0,55	0,9074		
	Localidad*Grupo Productivo*Variedad*Año		A			0,001	0,000
	ERROR		A			1077,683	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 52, 53 y 54 se pueden observar las producciones agrupando variedades convencionales y transgénicas en función de la productividad del ensayo.

Tabla 52.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021-2022, 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
PIANELLO	15082	104,2	a	5
DKC5685	15047	104,0	a	5
P0937 (T)	15008	103,7	ab	5
P1049	14973	103,5	ab	5
P1049Y*	14956	103,4	ab	5
RGT HUXXO	14491	100,2	abc	5
BERLIOZ	14287	98,8	abc	5
MAS 59K	14281	98,7	abc	5
SY ANDROMEDA	14274	98,7	abc	5
INDEM668	14129	97,7	abc	5
KWS SELECTO	14093	97,4	abc	5
HOAZIX	13938	96,3	abc	5
LG3490 (T)	13927	96,3	abc	5
SY BILBAO	13681	94,6	abc	5
DKC5362	13635	94,2	bc	5
KWS INTELIGENS	13607	94,1	bc	5
SY ARNOLD	13540	93,6	c	5
MEDIA DEL ENSAYO	14291 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	14468 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	<i>p</i> -valor = 0,2842			

* Variedades transgénicas, (T) Variedades testigo

Tabla 53.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021-2022, 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 (T)	17307	105,8	a	5
P1049	17293	105,7	a	5
P1049Y*	17272	105,6	a	5
DKC5685	17039	104,2	ab	5
SY ARNOLD	16881	103,2	ab	5
INDEM668	16843	103,0	ab	5
MAS 59K	16567	101,3	abc	5
PIANELLO	16531	101,1	abc	5
HOAZIX	16327	99,8	abc	5
SY ANDROMEDA	16282	99,5	abc	5
RGT HUXXO	16249	99,3	abc	5
BERLIOZ	15978	97,7	abc	5
KWS SELECTO	15780	96,5	bc	5
DKC5362	15733	96,2	bc	5
KWS INTELIGENS	15727	96,1	bc	5
LG3490 (T)	15408	94,2	c	5
SY BILBAO	15177	92,8	c	5
MEDIA DEL ENSAYO	16376 kg/ha al 14% de humedad			
ÍNDICE 100	16358 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de las variedades	<i>p</i> -valor = 0,0446			

* Variedades transgénicas, (T) Variedades testigo

Tabla 54.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2021-2022, 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
DKC5685	19334	105,7	a	5
INDEM668	19124	104,5	ab	5
P1049	19110	104,5	ab	5
P0937 (T)	18957	103,6	abc	5
P1049Y*	18910	103,4	abc	5
MAS 59K	18775	102,6	abcd	5
SY ANDROMEDA	18704	102,3	abcd	5
PIANELLO	18259	99,8	abcd	5
BERLIOZ	18147	99,2	abcd	5
RGT HUXOX	18121	99,1	abcde	5
KWS SELECTO	17807	97,3	bcde	5
SY ARNOLD	17763	97,1	bcde	5
HOAZIX	17720	96,9	bcde	5
LG3490 (T)	17627	96,4	cde	5
SY BILBAO	17485	95,6	de	5
KWS INTELIGENS	16730	91,5	e	5
DKC5362	16727	91,4	e	5
MEDIA DEL ENSAYO		18194 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100		18292 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades		p -valor = 0,0032		

* Variedades transgénicas, (T) Variedades testigo

A continuación se presenta, para las variedades convencionales y transgénicas, 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 10 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental el grupo de productividad del ensayo. LA variedad testigo P0937 también presenta un mejor comportamiento relativo en los ensayos de productividad media o alta que incluyen variedades transgénicas además de convencionales. PIANELLO destaca más en las zonas de menor productividad.

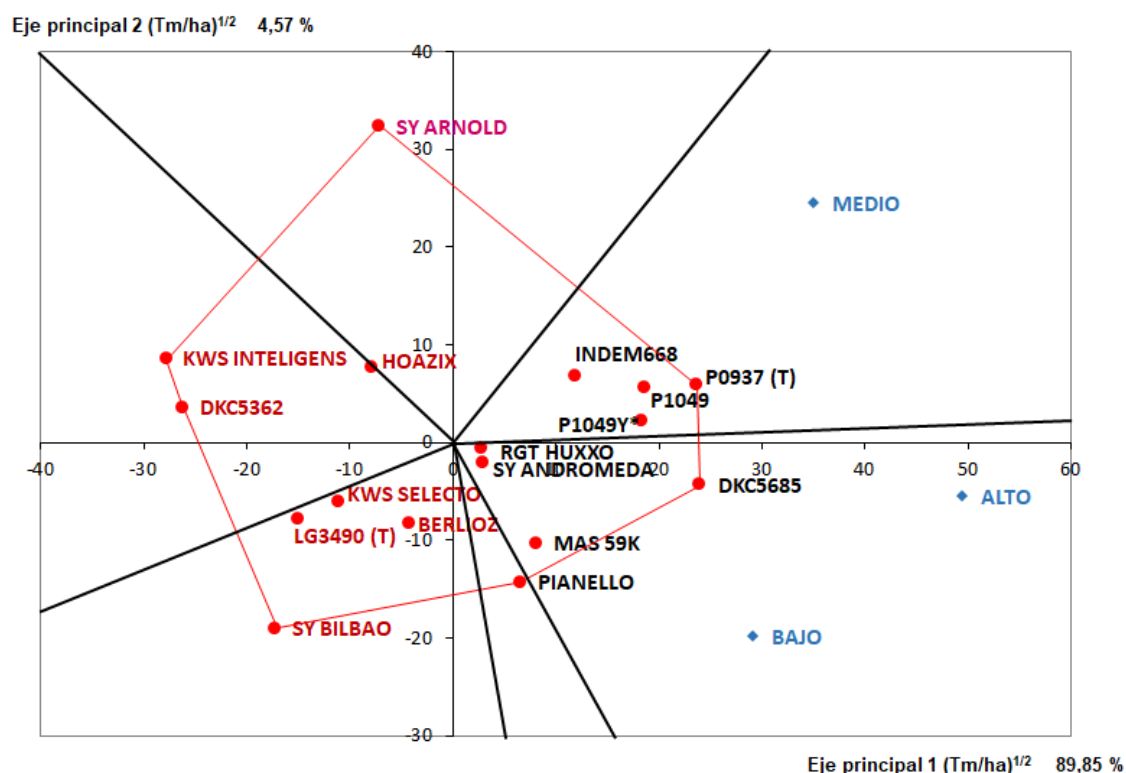


Figura 10.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en la red GENVCE durante los años 2021-2022, en función de la productividad del ensayo.* Variedades transgénicas, (T) Variedades testigo.

3.2.4.- Resultados conjuntos de los años 2020-2021-2022

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2020, 2021 y 2022 de las variedades convencionales de ciclo 400 y 500.

Se ha ajustado un análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz convencionales para determinar los porcentajes de variación de ésta explicados por los distintos factores del modelo (Tabla 55). Se han encontrado diferencias significativas entre variedades ($p=0,0033$), pero no entre las campañas de estudio, si bien éstas han tenido a diferenciarse ($p=0,0999$). La interacción variedad y años tampoco ha resultado significativa ($p=0,9199$).

Tabla 55.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500, con los datos obtenidos en el marco del grupo GENVCE, durante las campañas 2020, 2021 y 2022.

	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	2	F	2,67	0,0999		
	Localidad		A			805,742	1538,931
	Localidad*Año		A			3217,518	1432,36
G*E	Variedad	7	F	4,67	0,0033		
	Variedad*Año	14	F	0,49	0,9199		
	Variedad*Localidad		A			23,67	291,066
	Localidad*Variedad*Año		A			1164,014	423,546
	ERROR		A			1026,041	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 56 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales ensayados las campañas 2020, 2021 y 2022. Las variedades más destacadas en rendimiento han sido DKC5685 y P1049, ambas superando significativamente la producción de la testigo LG3490 y de SY BILBAO al considerar el conjunto de ensayos de los tres años. El resto de variedades no se ha diferenciado entre grupos productivos, mostrando un mayor índice productivo MAS 59K y BERLIOZ.

Tabla 56.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2020, 2021 y 2022. 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
DKC5685	17529	110,7	a	25
P1049	17244	108,9	a	25
MAS 59K	16681	105,3	ab	25
BERLIOZ	16461	103,9	ab	25
HOAZIX	16323	103,1	ab	25
DKC5362	16032	101,2	ab	25
SY BILBAO	15982	100,9	b	25
LG3490 (T)	15836	100,0	b	25
Media del ensayo	16511 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	15836 kg/ha al 14% de humedad			
Coficiente de variación	6,13 %			

(T) Variedades testigo