

**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 2020.**

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 2020.

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 2020.

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 2020 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 2020.

CICLO 600-700	CICLO 400-500
DKC6351YG*	47M
DKC6728	52P
FESTILO	ANAKIN
IRRIDEOS	BERLIOZ
KEFRANCOS	DKC5362
LG30685	DKC5685
LG31630	DRAGSTER
LG31695	HOAZIX
MAS 714M	ISULEA
P1524Y*	LAMPARD YG*
P1772	LG31545
SHANIYA	MAS 59K
SY ANDROMEDA	P0937Y*
SY FUERZA	P1049
SY GIANTS	RGT DISTINXXION
SY GLADIUS	RGT ELARAXX
SY LAVAREDO	SY ATOMIC
YANGXI	SY BILBAO
ZAPOTEK	SY CARIOCA
	SY SANDRO
	URBANIX
<u>TESTIGOS</u>	<u>TESTIGOS</u>
DKC6729YG *	LG3490
IXABEL	P1114
P1921	

* Variedades transgénicas

Durante el año 2020 se han testado un total de 46 variedades distintas, incluyendo cinco testigos (DKC6729YG, IXABEL, P1921, LG3490 y P1114). De entre las nuevas variedades, 18 corresponden a ciclo 700, 5 a ciclo 600, 11 a ciclo 500 y 12 a ciclo 400; 5 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 P1114 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 2020 por Comunidades Autónomas.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	CICLO 600-700	CICLO 400-500	TOTAL
ANDALUCÍA	2	-	2
ARAGÓN	2	2	4
CASTILLA-LA MANCHA	4	4	8
CASTILLA Y LEÓN	-	5	5
CATALUNYA	2	-	2
MADRID	1	1	2
NAVARRA	1	1	2
TOTAL	12	13	25

Se han analizado un total de 25 ensayos de los cuales 12 son de ciclo largo (ciclos 600 y 700) y 13 de ciclo corto (ciclos 400 y 500).

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 600-700 de Ciudad Real y Malpica de Tajo (IRIAF); así como los de 400-500 de Arabayona y San Bernardo (ITACyL); Ciudad Real y Malpica de Tajo (IRIAF); y Palencia (ITAGRA) descartados por causas agronómicas.

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 2020.

Tabla 3.- Variedades de maíz de ciclo 600 y 700 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2020.

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
KEFRANCOS	700	3º	Italia (2016)	KWS IBÉRICA
SY GLADIUS	700	3º	Italia (2017)	SYNGENTA
YANGXI	700	3º	España (2015)	ROCALBA
DKC6728	700	2º	España (2014)	DEKALB - BAYER
LG30685	700	2º	Italia (2019)	LIMAGRAIN IBÉRICA
LG31695	700	2º	Italia (2018)	LIMAGRAIN IBÉRICA
P1524Y*	700	2º	España (2018)	PIONEER - CORTEVA
DKC6351YG*	600	2º	España (2017)	DEKALB - BAYER
FESTILO	600	2º	Italia (2018)	RAGT IBERICA
LG31630	600	2º	Italia (2018)	LIMAGRAIN IBÉRICA
SHANIYA	700	2º	Italia (2018)	MAS SEEDS
SY FUERZA	700	2º	Italia (2018)	SYNGENTA
SY GIANTS	700	2º	Italia (2018)	KOIPESOL SEMILLAS
SY ANDROMEDA	600	1º	Italia (2019)	SYNGENTA
SY LAVAREDO	700	1º	Italia (2019)	KOIPESOL SEMILLAS
IRRIDEOS	600	1º	España (2019)	RAGT
ZAPOTEK	700	1º	España (2020)	EURALIS
MAS 714M	700	1º	Italia (2020)	MAS SEEDS
P1772	700	1º	Italia (2019)	PIONEER - CORTEVA

* Variedades transgénicas

3.1.2.- Resultados del año 2020.

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2020 con únicamente las variedades de maíz convencionales, se han incluido 10 ensayos, correspondientes a las localidades de Aranjuez (Madrid); Biota y Ontinar de Salz (Aragón); El Poal y La Tallada d'Empordà (Catalunya); Cadreita (Navarra) y Las Tiesas (Castilla-La Mancha); Espinosa de Henares (IRIAF); Carmona y Alcalá de Río (IFAPA).

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 = 0,1778), aunque éstas han presentado un comportamiento variable en función de la localidad de ensayo (p -valor <0,0001). Las nuevas variedades convencionales de ciclo largo ensayadas esta campaña no han superado a las testigos de referencia al agrupar el conjunto de ensayos.

Tabla 4.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700, ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2020, 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
ZAPOTEK	16858	101,9	a	10
P1921 (T)	16644	100,6	a	10
P1772	16629	100,5	a	10
LG30685	16561	100,1	a	10
IXABEL (T)	16447	99,4	a	10
SY ANDROMEDA	16356	98,9	a	8
SY FUERZA	16340	98,8	a	8
IRRIDEOS	16333	98,7	a	7
LG31695	16290	98,5	a	10
LG31630	16285	98,4	a	8
YANGXI	16059	97,1	a	10
SY GLADIUS	16056	97,0	a	10
SY LAVAREDO	15919	96,2	a	8
SY GIANTS	15857	95,8	a	10
FESTILO	15784	95,4	a	10
MAS 714M	15480	93,6	a	10
SHANIYA	15429	93,3	a	10
Media del ensayo (kg/ha)	16196 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	16545 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	<i>p</i> -valor = 0,1778			
Coefficiente de variación	6,00 %			
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 2020 con las variedades de maíz convencionales más las transgénicas, donde se han incluido 7 ensayos, correspondientes a las localidades de Aranjuez (Madrid); Biota y Ontinar de Salz (Aragón); El Poal y La Tallada d'Empordà (Catalunya); Cadreita (Navarra) y Las Tiesas (Castilla-La Mancha).

Los resultados del análisis estadístico de la producción de los ensayos válidos, que incluían también las variedades de maíz transgénicas, se muestran en la Tabla 5. En este caso, se han observado diferencias significativas de producción entre las variedades ensayadas (*p*-valor = 0,0001) y también se ha detectado un comportamiento variable en función de la localidad de ensayo (*p*-valor = 0,0001). Las variedades DKC6729YG, ZAPOTEK, LG30685 y P1524Y han superado significativamente a MAS 714M.

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 2020, 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)	18473	104,5	a	7
ZAPOTEK	18246	103,2	a	7
LG30685	17964	101,6	ab	7
P1524Y*	17840	100,9	abc	7
DKC6351YG*	17586	99,5	abcd	7
P1921 (T)	17560	99,3	abcd	7
SY FUERZA	17387	98,4	abcd	7
LG31630	17294	97,8	abcd	7
P1772	17219	97,4	abcd	7
IRRIDEOS	17149	97,0	abcd	7
SY GLADIUS	17076	96,6	abcd	7
LG31695	17049	96,4	abcd	7
IXABEL (T)	17004	96,2	abcd	7
YANGXI	16876	95,5	abcd	7
SY ANDROMEDA	16837	95,2	abcd	7
SY GIANTS	16822	95,2	abcd	7
SY LAVAREDO	16712	94,5	abcd	7
FESTILO	16295	92,2	bcd	7
SHANIYA	16108	91,1	cd	7
MAS 714M	15965	90,3	d	7
Media del ensayo (kg/ha)	17174 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	17282 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	<i>p</i> -valor = 0,0001			
Coeficiente de variación	3,13 %			
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 la campaña 2020. La densidad media de todos los ensayos ha sido de 8,60 plantas/m². La variedad DKC6351YG ha presentado, estadísticamente, una mayor densidad de plantas que FESTILO, P1524Y, SY ANDROMEDA y SY GLADIUS.

La fecha media de floración femenina ha sido el 20 de Julio. La variedad más precoz ha sido IRRIDEOS adelantándose dos días a la variedad de referencia P1921. Las variedades más tardías, con tres días de retraso respecto a P1921 han sido FESTILO, SHANIYA, SY FUERZA y SY GLADIUS.

El híbrido SY GLADIUS ha mostrado los valores más elevados de la humedad del grano; mientras que DKC6351YG, IRRIDEOS y SY ANDROMEDA han sido las que han obtenido valores más bajos.

Las variedades SHANIYA, SY GLADIUS y P1772 han presentado los mayores valores de altura de la planta, mostrando diferencias significativas con IRRIDEOS que ha sido la más baja. DKC6351YG y SHANIYA han mostrado la mayor altura de inserción de la mazorca, diferenciándose estadísticamente de IRRIDEOS, P1524Y y SY ANDROMEDA.

Respecto al peso específico, han destacado con los valores más altos de las variedades P1772, P1921 e IXABEL. Por el contrario, los valores más bajos se han observado en SY ANDROMEDA y SY GLADIUS. El porcentaje medio de plantas rotas ha sido inferior al 1%, 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 2020. 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 (%)
DKC6351YG*	9,04 a	-1	18,7 fgh	273 ab	125 a	75,4 bcd	0,3 a
DKC6729YG* (T)	8,78 ab	-1	21,3 abcde	266 ab	117 ab	71,6 ghi	0,0 a
FESTILO	8,40 b	3	21,0 abcdef	275 ab	114 ab	71,0 ghi	0,5 a
IRRIDEOS	8,70 ab	-2	18,4 gh	259 b	109 b	74,3 bcde	0,1 a
IXABEL (T)	8,68 ab	0	20,1 cdefgh	275 ab	120 ab	75,8 bc	1,2 a
LG30685	8,74 ab	2	19,9 cdefgh	276 ab	117 ab	73,3 cdeg	0,1 a
LG31630	8,78 ab	-1	20,5 cdefg	268 ab	115 ab	72,6 egh	0,4 a
LG31695	8,54 ab	1	21,0 abcdef	268 ab	112 ab	72,6 egh	0,8 a
MAS 714M	8,60 ab	1	20,7 bcdef	271 ab	120 ab	72,7 egh	0,4 a
P1524Y*	8,37 b	0	19,2 efgh	266 ab	109 b	75,6 bc	0,7 a
P1772	8,78 ab	0	19,5 defgh	278 a	113 ab	78,4 a	1,0 a
P1921 (T)	8,68 ab	0	20,4 cdefg	273 ab	113 ab	75,9 ab	1,0 a
SHANIYA	8,57 ab	3	21,1 abcdef	279 a	122 a	73,7 bcdef	0,9 a
SY ANDROMEDA	8,37 b	-1	18,0 h	260 ab	112 b	70,6 hi	0,3 a
SY FUERZA	8,51 ab	3	21,6 abcd	276 ab	120 ab	72,1 eghi	0,5 a
SY GIANTS	8,60 ab	1	21,8 abc	272 ab	119 ab	71,6 ghi	0,3 a
SY GLADIUS	8,41 b	3	23,1 a	279 a	119 ab	69,9 i	0,4 a
SY LAVAREDO	8,55 ab	2	21,0 abcdef	271 ab	120 ab	73,7 bcdef	0,3 a
YANGXI	8,69 ab	0	20,6 bcdef	261 ab	114 ab	71 ghi	0,3 a
ZAPOTEK	8,64 ab	-2	22,8 ab	267 ab	113 ab	73 deg	0,5 a
Media del ensayo	8,60	20/07/20 ¹	20,4	270	116	73,3	0,5
p-valor variedades	0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,6064
Número de ensayos	7	5	7	7	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. En este sentido, ZAPOTEK y DKC6729YG han mostrado un elevado potencial de producción pero con una humedad durante la recolección relativamente alta. Cabe destacar también LG30685 y P1524Y con unos rendimientos también elevados pero con unas humedades del grano más bajas.

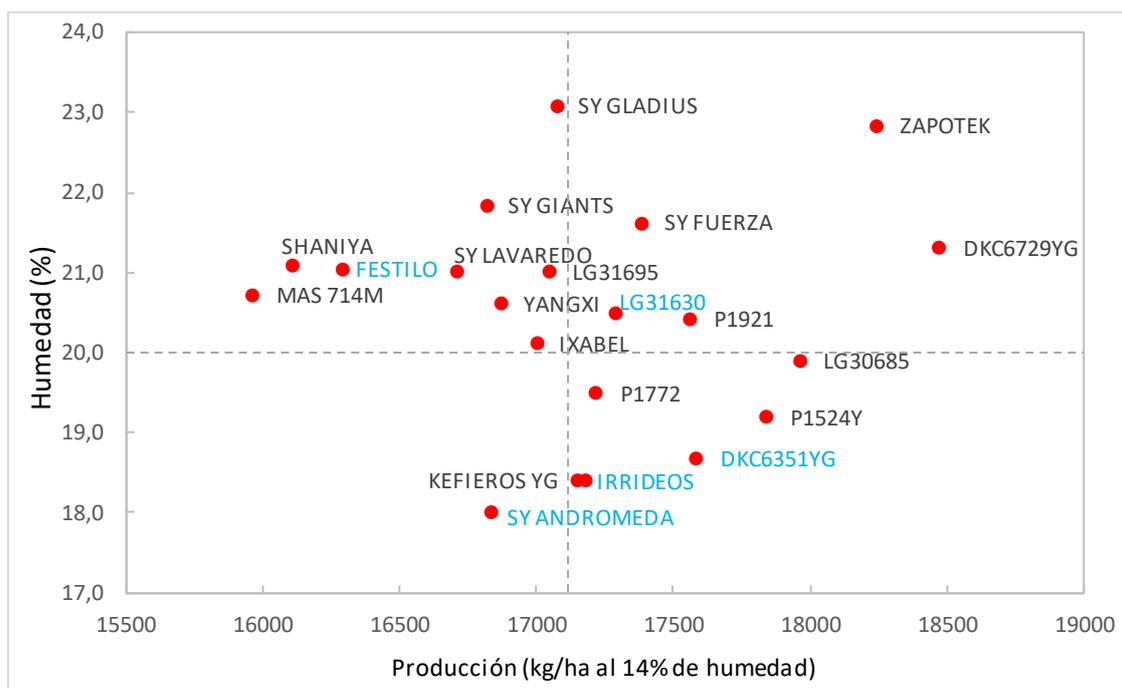


Figura 1.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 600 (azul) y 700, ensayadas en el marco de GENVCE, durante el año 2020.

3.1.3.- Resultados conjuntos de los años 2019-2020

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2019 y 2020 de las variedades convencionales de ciclo 600 y 700. Para ello se han considerado diez variedades: FESTILO, IXABEL, LG30685, LG31630, LG31695, P1921 (Testigo), SHANIYA, SY FUERZA, SY GIANTS y SY GLADIUS. En función de la variedad se han incluido de 8 a 10 ensayos correspondientes a la campaña 2019 (Alcalá del Río, Aranjuez, Biota, Cadreita, Ciudad Real, Espinosa de Henares, La Tallada d'Empordà, Las Tiesas, Malpica de Tajo y Ontinar del Salz) y entre 8 y 10 correspondientes a la 2020 (Alcalá del Río, Aranjuez, Biota, Cadreita, Carmona, El Poal, Espinosa de Henares, La Tallada d'Empordà, Las Tiesas 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 7). No se han detectado diferencias significativas de producción entre variedades ($p=0,2409$) ni su comportamiento ha variado en función del año de ensayo ($p=0,9862$).

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 2019 y 2020.

	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	0	0,9862		
	Localidad		A			328,0	1320,8
	Localidad*Año		A			2868,6	1525,3
G	Variedad	9	F	1,3	0,2409		
G*E	Variedad*Año	9	F	0,54	0,8452		
	Variedad*Localidad		A			0	431,35
	Localidad*Variedad*Año		A			1375,82	0
	ERROR		A			303,99	

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 2019 y 2020. La variedad testigo P1921 ha sido la que ha presentado un mayor rendimiento, seguida de LG30685, SY FUERZA, SY GLADIUS, etc., aunque sin diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Tabla 8.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019 y 2020. 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
P1921 (T)	16816	102,6	a	18
LG30685	16465	100,5	a	19
SY FUERZA	16366	99,9	a	17
SY GLADIUS	16323	99,6	a	20
LG31630	16310	99,5	a	17
LG31695	16304	99,5	a	20
SY GIANTS	16203	98,9	a	20
IXABEL (T)	15957	97,4	a	20
FESTILO	15845	96,7	a	20
SHANIYA	15593	95,2	a	20
Media del ensayo	16218 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	16387 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,55 %			

En la Tabla 9 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de las distintas variedades convencionales. La variedad testigo P1921 ha sido la variedad con más ensayos en el tercil superior (67%). Cabe destacar la consistencia de las variedades IXABEL, LG30685, LG31695, SY GIANTS, SY GLADIUS, SY FUERZA y LG31630 que han tenido el más del 70% de los ensayos en los terciles medio o superior.

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 2019 y 2020.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² ·x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
P1921 (T)	12	4	2	479,7
IXABEL (T)	7	8	5	917,4
LG30685	7	8	4	1763,6
LG31695	7	7	6	717,0
SY GIANTS	7	7	6	752,5
SY GLADIUS	6	13	1	1468,5
SY FUERZA	5	9	3	732,9
LG31630	4	9	4	456,0
FESTILO	3	6	11	940,4
SHANIYA	2	8	10	657,6
GxE (Componente de la varianza)				889,3

En el análisis conjunto de los resultados de los años 2019 y 2020 de las variedades convencionales y transgénicas se han considerado un total de 14 variedades, 11 convencionales y 3 transgénicas, incluyendo el testigo transgénico DKC6729YG. Se han incluido en el análisis un total de 13 ensayos, 5-6 en la campaña 2019 (Aranjuez, Biota, Cadreita, La Tallada d'Empordà, Las Tiasas y Ontinar de Salz) y 5-6 en la última campaña (Aranjuez, 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 ($p=0,0042$) y su comportamiento no ha variado en función del año de ensayo ($p=0,4589$).

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 2019 y 2020.

	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	0,62	0,4589		
	Localidad		A			972,3	1201,3
	Localidad*Año		A			1574,6	976,0
G	Variedad	13	F	3,35	0,0042		
G*E	Variedad*Año	13	F	0,42	0,9473		
	Variedad*Localidad		A			0	284,3
	Localidad*Variedad*Año		A			744,8	284,5
	ERROR		A			279,1	

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 2019 y 2020. Las tres variedades transgénicas ensayadas han sido las que ha presentado un mayor rendimiento, y junto a la variedad LG30685 han sido significativamente más productivas que SHANIYA.

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 2019 y 2020. 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) *	17628	102,7	a	13
P1524Y *	17541	102,2	a	13
DKC6351YG *	17468	101,8	a	13
LG30685	17459	101,7	a	13
P1921 (T)	17270	100,6	ab	12
SY GLADIUS	17180	100,1	ab	13
SY FUERZA	16998	99,0	ab	13
LG31630	16709	97,3	ab	13
LG31695	16675	97,1	ab	13
SY GIANTS	16630	96,9	ab	13
IXABEL (T)	16597	96,7	ab	13
YANGXI	16320	95,1	ab	13
FESTILO	16170	94,2	ab	13
SHANIYA	15901	92,6	b	13
Media del ensayo	16896 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	17165 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	5,94 %			

* Variedades transgénicas.

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 (92%) entre las más productivas. Las variedades P1524Y, DKC6351YG, P1921 y LG30685 se encuentran en más del 50% de los ensayos en el tercil más productivo. Las variedades IXABEL, YANGXI y SHANIYA son las que se han encontrado en un mayor porcentaje en el tercil más productivo.

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 2019 y 2020.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
DKC6729YG (T)*	12	0	1	726,8
P1524Y *	8	4	1	260,7
DKC6351YG *	8	3	2	279,9
P1921 (T)	8	2	2	689,6
LG30685	7	5	1	722,2
SY FUERZA	5	5	3	484,4
SY GLADIUS	4	6	3	871,5
SY GIANTS	3	5	5	946,5
LG31630	3	4	6	496,2
LG31695	3	4	6	692,2
FESTILO	2	1	10	954,1
IXABEL (T)	1	6	6	535,1
YANGXI	1	4	8	878,1
SHANIYA	0	3	10	469,5
GxE (Componente de la varianza)				638,9

* Variedades transgénicas.

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

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

1.- Norte: incluye los ensayos del Valle del Ebro y Catalunya. Representa una agrupación de nueve ensayos.

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

3.- Sur: incluye los ensayos de Andalucía. Representa una agrupación de tres 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 ($p = 0,1200$) y tampoco entre zonas geográficas ($p = 0,9477$). La interacción variedad por zona geográfica tampoco ha sido significativa ($p = 0,1963$), lo que indica 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 2019 y 2020.

	Fuente de variación	Grados de libertad	Factor (fijo / aleatorio)	F	p-valor	Componente varianza (kg/ha) ² · 10 ⁻³	Error estándar (kg/ha) ² · 10 ⁻³
E	Zona Geográfica	2	F	0,05	0,9477		
	Localidad*Zona Geográfica		A			1211,145	1533,705
	Año	1	F	1,54	0,2531		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			2011,274	1304,544
G	Variedad	9	F	1,93	0,1200		
G*E	Zona Geográfica*Variedad	14	F	1,56	0,1963		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			0	440,901
	Variedad*Año	9	F	0,65	0,7410		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			965,680	446,421
	ERROR		A			303,985	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 14, 15 y 16 se pueden observar las producciones de las distintas variedades convencionales en función de cada zona geográfica (Norte, Centro y Sur). Estas tablas se presentan a título orientativo, puesto hay que considerar que la interacción variedad por zona geográfica no ha resultado significativa ($p = 0,1963$).

Tabla 14.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2019 y 2020 en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
LG30685	17079	106,9	a
SY GLADIUS	16959	106,1	a
SY FUERZA	16783	105,0	a
P1921	16620	104,0	ab
LG31630	16360	102,4	ab
LG31695	16242	101,6	ab
SY GIANTS	15970	99,9	ab
FESTILO	15932	99,7	ab
SHANIYA	15516	97,1	b
IXABEL	15337	96,0	b
MEDIA DEL ENSAYO	16280 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	15979 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,1271		

Tabla 15.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante las campañas 2019 y 2020 en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P1921	17573	103,1	a
SY GIANTS	16895	99,1	ab
LG30685	16829	98,7	ab
LG31695	16782	98,5	ab
LG31630	16585	97,3	ab
IXABEL	16516	96,9	ab
SY GLADIUS	16513	96,9	ab
SY FUERZA	16422	96,3	ab
SHANIYA	16110	94,5	b
FESTILO	15950	93,6	b
MEDIA DEL ENSAYO	16618 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	17045 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,3923		

(T) 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 2019 y 2020 en la zona Sur. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
IXABEL	17760	100,0	a
FESTILO	16670	93,9	ab
SY GIANTS	16087	90,6	ab
LG31695	16082	90,6	ab
SHANIYA	15374	86,6	b
SY GLADIUS	14782	83,2	b
MEDIA DEL ENSAYO	16126 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	17760 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0994		

(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.

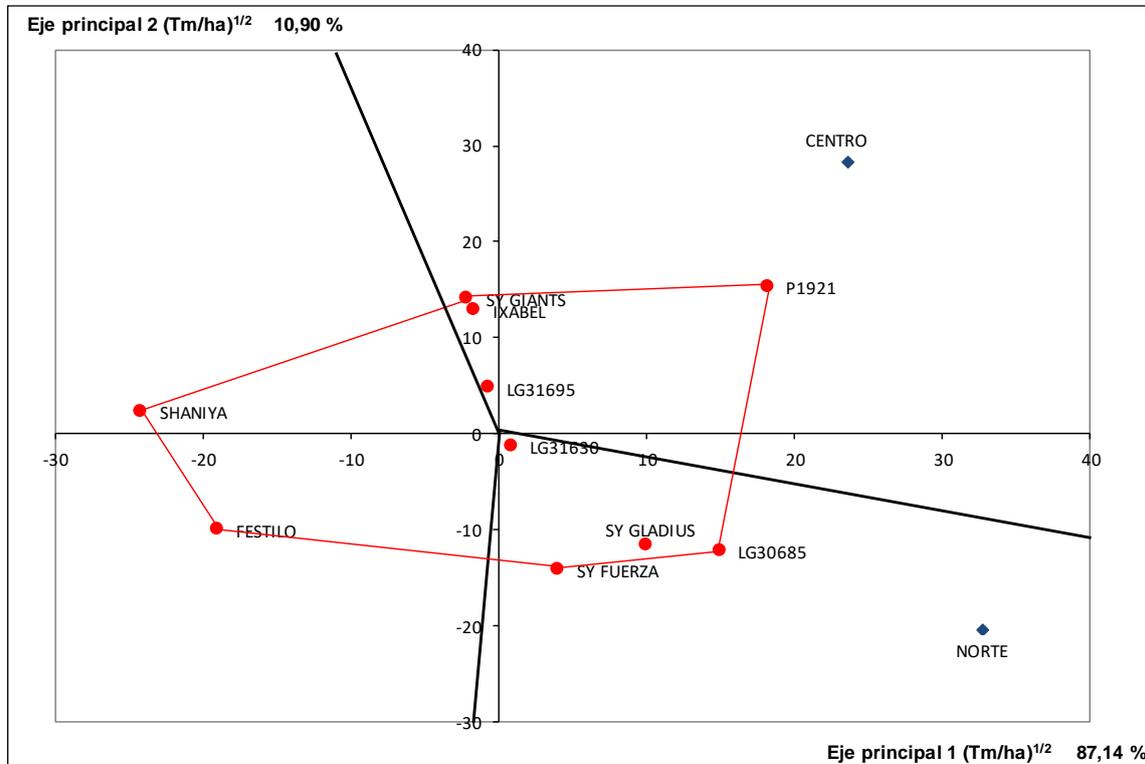


Figura 2.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales de ciclo 60 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019 y 2020 en función de la zona geográfica.

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.

En la Tabla 17 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. Se han detectado diferencias significativas entre variedades ($p=0,0006$) si bien no se han observado diferencias significativas de producción entre zonas geográficas ($p=0,2416$) y la interacción variedad por zona geográfica tampoco ha sido significativa ($p=0,3609$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 17.- 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 2019 y 2020.

	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	1,79	0,2416		
	Localidad*Zona Geográfica		A			742,02	1305,10
	Año	1	F	1,14	0,3387		
	Zona Geográfica*Año	1	F	0,41	0,5539		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			1912,40	1322,51
G	Variedad	13	F	4,25	0,0006		
G*E	Zona Geográfica*Variedad	13	F	1,15	0,3609		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			0,00	294,64
	Variedad*Año	13	F	0,68	0,7642		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año	13	F	0,82	0,6346		
	ERROR		A			635,82	242,78

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 18 y 19 se pueden observar las producciones de las distintas variedades convencionales en función de cada zona geográfica (Norte y Centro). Estas tablas se presentan a título orientativo, puesto hay que considerar que la interacción variedad por zona geográfica no ha resultado significativa ($p = 0,2416$).

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 2019 y 2020 en la zona Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
DKC6351YG (T) *	17329	104,5	a
P1524Y *	17171	103,5	ab
DKC6729YG *	17130	103,3	ab
LG30685	17087	103,0	ab
SY GLADIUS	16960	102,2	ab
SY FUERZA	16785	101,2	abc
P1921 (T)	16622	100,2	abc
LG31630	16361	98,6	abcd
LG31695	16243	97,9	bcd
IXABEL (T)	16020	96,6	cd
SY GIANTS	15972	96,3	cd
FESTILO	15933	96,0	cd
YANGXI	15616	94,1	d
SHANIYA	15517	93,5	d
MEDIA DEL ENSAYO	16482 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	16591 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0024		

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 2019 y 2020 en la zona Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
DKC6729YG (T) *	19451	103,2	a
P1921 (T)	19140	101,5	ab
P1524Y *	18441	97,8	abc
LG30685	18424	97,7	abc
SY GIANTS	18118	96,1	abcd
DKC6351YG *	18009	95,5	bcd
IXABEL (T)	17970	95,3	bcd
YANGXI	17912	95,0	bcd
LG31695	17771	94,3	bcd
SY GLADIUS	17755	94,2	bcd
SY FUERZA	17612	93,4	bcd
LG31630	17540	93,0	cd
SHANIYA	16836	89,3	d
FESTILO	16739	88,8	d
MEDIA DEL ENSAYO	17980 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	18854 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0336		

(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 3 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental la zona geográfica.

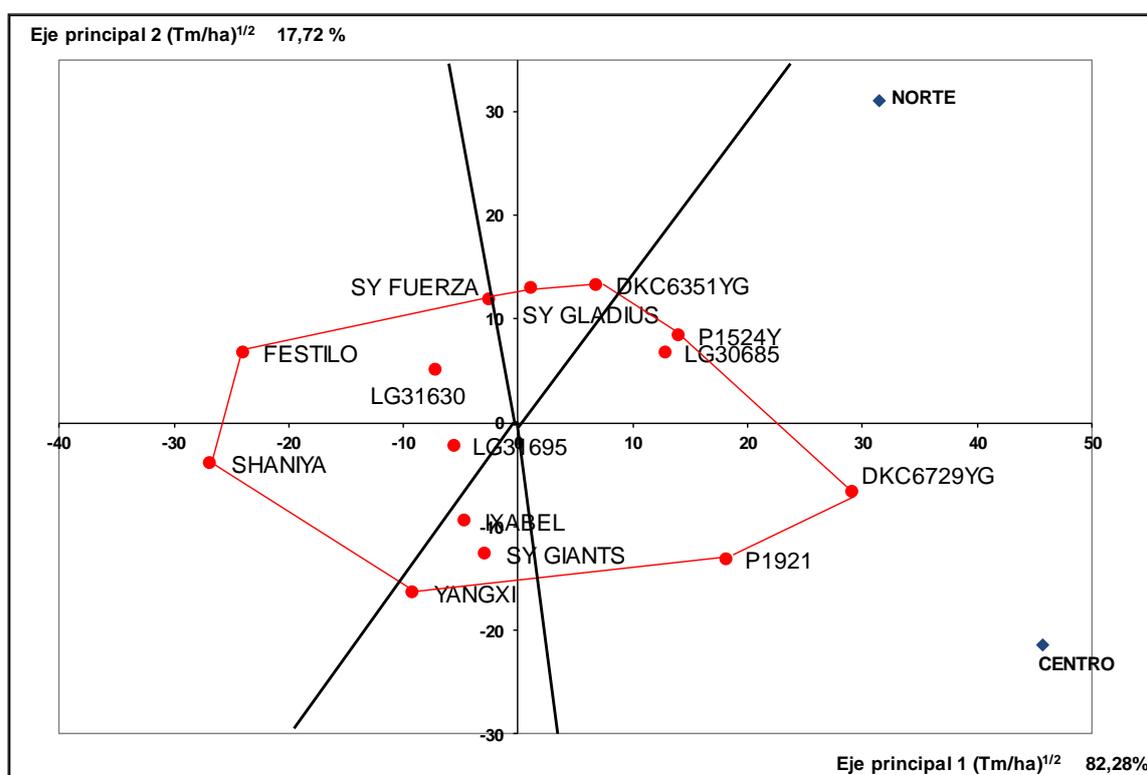


Figura 3.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019 y 2020 en función de la zona geográfica.

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 convencionales inferiores a 15500 kg/ha, representando una agrupación de seis ensayos.

2.- Media: incluye ensayos con producciones medias de las variedades convencionales comprendidas entre 15700 y 16800 kg/ha. Representa una agrupación de ocho ensayos.

3.- Alta: incluye ensayos con producciones medias de las variedades convencionales superiores a 17000 kg/ha. Representa una agrupación de seis ensayos.

En la Tabla 20 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 significativas ($p = 0,1516$). Como era esperable, sí se han observado diferencias significativas de producción entre las zonas productivas ($p = 0,0002$), aunque no se ha detectado que haya una interacción variedad por grupo productivo ($p=0,5188$), lo que indicaría una misma respuesta de las variedades en las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 20.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2019 y 2020, 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	17,71	0,0002		
	Localidad*Grupo productivo		A			1050,52	929,014
	Año	1	F	0,01	0,9417		
	Grupo productivo*Año	2	F	0,87	0,6041		
	Localidad*Grupo productivo*Año		A			54,56	877,305
G	Variedad	9	F	1,59	0,1516		
G*E	Grupo productivo*Variedad	18	F	0,96	0,5188		
	Localidad*Variedad*Grupo productivo		A			285,23	449,439
	Variedad*Año	9	F	0,59	0,796		
	Grupo productivo*Variedad*Año	18	F	0,39	0,9786		
	Localidad*Grupo productivo*Variedad*Año		A			603,995	467,233
	ERROR		A			303,985	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 21, 22 y 23 se puede observar la producción de las variedades convencionales, dentro de cada grupo productivo (bajo, medio y alto). Estas tablas se presentan a modo orientativo, considerando que la interacción variedad por grupo productivo no ha resultado significativa y, en consecuencia, no se ha encontrado un comportamiento diferencial de las variedades por zonas productivas.

Tabla 21.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019 y 2020, en el grupo productivo bajo. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P1921	14759	102,4	a
LG31630	14722	102,1	ab
LG31695	14551	101,0	ab
SY FUERZA	14441	100,2	ab
SY GLADIUS	14147	98,2	ab
IXABEL	14066	97,6	ab
FESTILO	13869	96,2	ab
LG30685	13514	93,8	ab
SY GIANTS	13415	93,1	ab
SHANIYA	13283	92,2	b
MEDIA DEL ENSAYO		14077 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		14413 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,3509	

Tabla 22.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019 y 2020, en el grupo productivo medio. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P1921	17022	103,3	a
SY GIANTS	16675	101,2	ab
IXABEL	16473	100,0	ab
LG30685	16366	99,4	ab
SY GLADIUS	16245	98,6	ab
SY FUERZA	16130	97,9	ab
FESTILO	15989	97,1	ab
LG31695	15954	96,8	ab
LG31630	15874	96,4	ab
SHANIYA	15723	95,4	b
MEDIA DEL ENSAYO		16245 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		16473 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,5767	

Tabla 23.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2018 y 2019, en el grupo productivo alto. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
LG30685	19741	108,0	a
SY FUERZA	18659	102,1	ab
LG31630	18640	102,0	ab
SY GLADIUS	18523	101,4	ab
P1921	18448	100,9	ab
LG31695	18376	100,5	b
SY GIANTS	18183	99,5	b
IXABEL	18104	99,1	b
SHANIYA	17663	96,6	b
FESTILO	17662	96,6	b
MEDIA DEL ENSAYO		18400 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		18276 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,2380	

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 en la variedad LG30685 se sugiere un mejor comportamiento relativo en las localidades con producciones más altas.

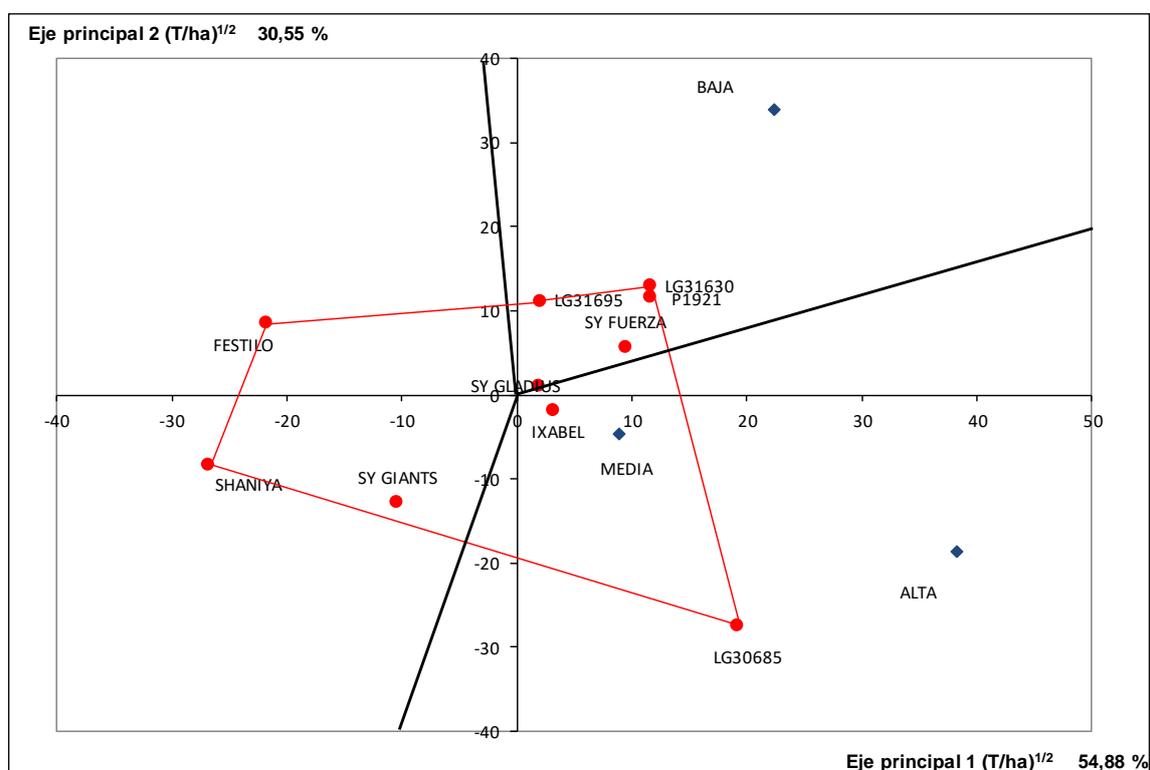


Figura 4.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019 y 2020, en función de la productividad del ensayo.

En la Tabla 24 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 ($p = 0,0092$) así como la producción entre los grupos productivos ($p = 0,0138$), aunque no se ha detectado que haya una interacción variedad por grupo productivo ($p=0,7992$), lo que indicaría una misma respuesta de las variedades en las zonas productivas preestablecidas.

Tabla 24.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2019 y 2020, 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	14,25	0,0138		
	Localidad*Grupo productivo		A			0,00	940,51
	Año	1	F	2,51	0,1859		
	Grupo productivo*Año	2	F	0,53	0,6255		
	Localidad*Grupo productivo*Año		A			782,40	604,93
G	Variedad	13	F	4,43	0,0092		
G*E	Grupo productivo*Variedad	26	F	0,68	0,7992		
	Localidad*Variedad*Grupo productivo		A			0,00	395,07
	Variedad*Año	13	F	0,57	0,8343		
	Grupo productivo*Variedad*Año	26	F	0,83	0,6637		
	Localidad*Grupo productivo*Variedad*Año		A			632,19	389,95
	ERROR		A			279,115	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 25, 26 y 27 se puede observar la producción de las variedades convencionales, dentro de cada grupo productivo (bajo, medio y alto), aunque la interacción variedad por grupo productivo no ha resultado significativa.

Tabla 25.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019 y 2020, en el grupo productivo bajo. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P1524Y*	16233	104,4	a
DKC6351YG*	16145	103,8	ab
P1921 (T)	15929	102,4	ab
LG30685	15854	101,9	ab
DKC6729YG (T)*	15839	101,8	ab
SY GLADIUS	15486	99,6	abc
SY FUERZA	15470	99,4	abc
LG31695	15400	99,0	abc
LG31630	15233	97,9	abc
FESTILO	15080	96,9	abc
IXABEL (T)	14899	95,8	abc
SY GIANTS	14691	94,4	bc
YANGXI	14234	91,5	c
SHANIYA	14175	91,1	c
MEDIA DEL ENSAYO		15333 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		15556 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,1478	

Tabla 26.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019 y 2020, en el grupo productivo medio. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
DKC6729YG	17707	103,9	a
P1524Y	17192	100,8	ab
DKC6351YG	17146	100,6	ab
SY GIANTS	16972	99,5	abc
P1921	16950	99,4	abc
LG30685	16934	99,3	abc
YANGXI	16753	98,3	abc
SY GLADIUS	16686	97,9	abc
IXABEL	16493	96,7	abc
SY FUERZA	16452	96,5	abc
LG31695	16383	96,1	abc
LG31630	16142	94,7	bc
FESTILO	16089	94,4	bc
SHANIYA	15760	92,4	c
MEDIA DEL ENSAYO		16690 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		17050 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor = 0,5767	

Tabla 27.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019 y 2020, en el grupo productivo alto. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
DKC6729YG (T)*	19944	104,7	a
LG30685	19701	103,4	ab
SY GLADIUS	19405	101,8	ab
P1524Y *	19192	100,7	abc
SY FUERZA	19096	100,2	abcd
LG31630	18881	99,1	abcde
P1921 (T)	18847	98,9	abcde
DKC6351YG*	18638	97,8	abcde
IXABEL (T)	18373	96,4	bcde
LG31695	18371	96,4	bcde
SY GIANTS	18215	95,6	bcde
YANGXI	17818	93,5	cde
SHANIYA	17681	92,8	de
FESTILO	17449	91,6	e
MEDIA DEL ENSAYO	18687 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	19055 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor = 0,0699		

A la Figura 5 se puede observar el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el grupo productivo.

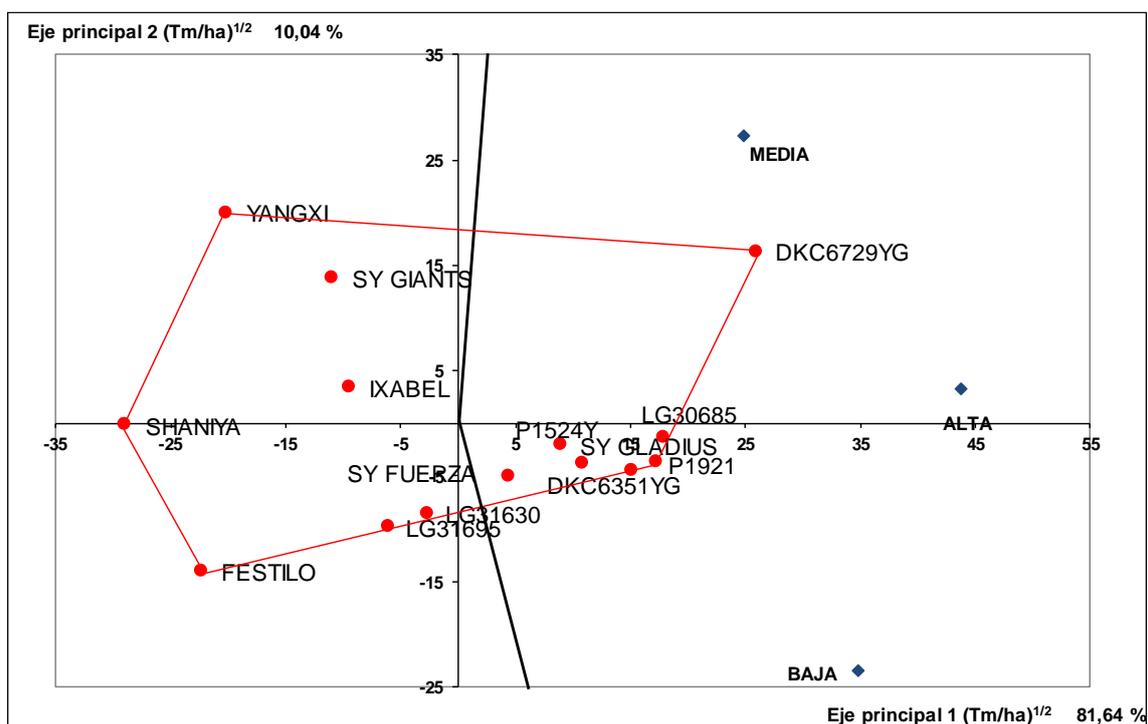


Figura 5.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019 y 2020, en función de la productividad del ensayo.

3.1.4.- Resultados conjuntos de los años 2018-2019-2020

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2018, 2019 y 2020 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 28).

Tabla 28.- 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 2018, 2019 y 2020.

	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	0,33	0,7238		
	Localidad		A			547,445	1667,975
	Localidad*Año		A			3210,993	1802,988
U	Variedad	4	F	1,59	0,2873		
G E	Variedad*Año	6	F	0,58	0,7367		
	Variedad*Localidad		A			0	
	Localidad*Variedad*Año		A			1729,886	1199,122
	ERROR		A			1225,609	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 29 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales ensayados las campañas 2018, 2019 y 2020. No se han observado diferencias significativas entre las distintas variedades. Ninguna de ellas ha superado el testigo P1921.

Tabla 29.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2018, 2019 y 2020. 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
P1921 (T)	16198	100,0	a	29
YANGXI	15854	97,9	a	28
SY GLADIUS	15782	97,4	a	31
KEFRANCOS	15260	94,2	a	26
Media del ensayo	15774 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	16198 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,83 %			

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2018, 2019 y 2020 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 30).

Tabla 30.- 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 2018, 2019 y 2020.

	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
A	Año	2	F	3,28	0,0728		
	Localidad		A			2462,508	1793,442
	Localidad*Año		A			1223,123	746,678
B	Variedad	4	F	4,78	0,0188		
C	Variedad*Año	8	F	1,82	0,1801		
	Variedad*Localidad		A			0	
	Localidad*Variedad*Año		A			1385,163	730,838
	ERROR		A			296,004	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 31 se pueden observar las producciones medias de las variedades convencionales y transgénicas ensayadas las campañas 2018, 2019 y 2020. El rendimiento ha variado en función de la variedad de forma que las producciones de DKC6729YG han superado significativamente a KEFRANCOS.

Tabla 31.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 600 y 700 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2018, 2019 y 2020. 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)	17140	103,6	a	21
YANGXI	16128	97,5	ab	21
SY GLADIUS	16086	97,2	ab	21
P1921 (T)	15954	96,4	ab	20
KEFRANCOS	15278	92,3	b	19
Media del ensayo	16117 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	16547 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,34 %			

3.2- Ciclo 400-500

3.2.1.- Variedades.

En la Tabla 32 se muestran las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 ensayadas el año 2020.

Tabla 32.- Variedades de maíz de ciclo 400 y 500 incluidas en los ensayos realizados en el marco de GENVCE, durante el año 2020.

variedades	Ciclo FAO	año de ensayo	registro	empresa comercializadora
LG3490	400	TESTIGO	Italia (2008)	LIMAGRAIN IBÉRICA
P1114	500	TESTIGO	Italia (2013)	PIONEER - CORTEVA
52P	500	3º	España (2018)	MAS SEEDS
ANAKIN	400	3º	Italia (2018)	EURALIS
ISULEA	500	3º	Italia (2016)	SOUFFLET SEEDS
P0937Y*	500	3º	Portugal (2018)	PIONEER - CORTEVA
SY ATOMIC	500	3º	Italia (2017)	KOIPESOL SEMILLAS
RGT DISTINXXION	500	2º	Italia (2017)	RAGT IBERICA
DRAGSTER	400	2º	Francia (2017)	RAGT IBERICA
LAMPARD YG*	400	2º	España (2016)	MAS SEEDS
LG31545	500	2º	Italia (2019)	LIMAGRAIN IBÉRICA
SY SANDRO	400	2º	Italia (2018)	KOIPESOL SEMILLAS
SY CARIOCA	400	2º	Italia (2018)	SYNGENTA
URBANIX	400	2º	Italia (2017)	RAGT IBERICA
47M	400	2º	Italia (2019)	MAS SEEDS
BERLIOZ	400	2º	Eslovaquia (2019)	EURALIS
DKC5362	400	2º	Italia (2016)	DEKALB - BAYER
DKC5685	500	1º	Francia (2018)	DEKALB - BAYER
HOAZIX	400	1º	Italia (2019)	RAGT IBERICA
59K	500	1º	Italia (2020)	MAS SEEDS
P1049	500	1º	Portugal (2017)	PIONEER - CORTEVA
RGT ELARAXX	500	1º	Italia (2019)	RAGT IBERICA
SY BILBAO	400	1º	Italia (2018)	SYNGENTA

* Variedades transgénicas.

3.2.2.- Resultados del año 2020

En el análisis conjunto de los ensayos realizados el año 2020 se han incluido 8 ensayos, correspondientes a las localidades de Biota y Ontinar de Salz (Aragón); Las Tiesas y Espinosa de Henares (Castilla-La Mancha); San Juan de Torres y Fresno de la Ribera (Castilla y León), Aranjuez (Madrid) y Cadreita (Navarra). Todos ellos han sido validos en el manejo y en los resultados estadísticos, de modo que no se ha tenido que eliminar ninguno de los ensayos.

En la Tabla 33 se muestran los resultados productivos de los ensayos de las variedades de ciclo 400 y 500 realizados la campaña 2020 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 P1049 junto a LG31545 y DKC5685 han sido las más productivas, superando significativamente las producciones de SY ATOMIC, 47M, URBANIX y DRAGSTER.

Tabla 33.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2020, respecto a los testigos LG3490 y P1114. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	Número de ensayos
P1049	17448	109,0	a	8
LG31545	17346	108,3	ab	8
DKC5685	17343	108,3	ab	8
SY SANDRO	16782	104,8	abc	8
BERLIOZ	16742	104,5	abc	8
52P	16722	104,4	abc	8
ANAKIN	16493	103,0	abc	8
HOAZIX	16464	102,8	abc	8
59K	16453	102,7	abc	8
RGT ELARAXX	16342	102,0	abc	8
P1114 (T)	16143	100,8	abc	8
SY BILBAO	16102	100,6	abc	8
ISULEA	16102	100,6	abc	8
DKC5362	16064	100,3	abc	8
RGT DISTINXXION	16014	100,0	abc	8
LG3490 (T)	15884	99,2	abc	8
SY CARIOCA	15659	97,8	bc	8
SY ATOMIC	15569	97,2	c	8
47M	15505	96,8	c	8
URBANIX	15487	96,7	c	8
DRAGSTER	15145	94,6	c	8
Media del ensayo (kg/ha)	16277 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	16014 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	p-valor<0,0001			
Coefficiente de variación	5,18%			
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 2020 se ha eliminado una localidad en la que no había variedades transgénicas (Espinosa de Henares). La Tabla 34 muestra que también se encontraron diferencias significativas entre los híbridos ensayados (p -valor<0,0001) y la interacción localidad por variedad fue igualmente significativa (p -valor<0,0001). En este caso la variedad más productiva ha sido la transgénica P0937Y, que junto con LG31545, P1049 y DKC5685 han mostrado un rendimiento significativamente superior al de las variedades URBANIX y DRAGSTER.

Tabla 34.- Producción de las variedades de maíz de ciclo 400 y 500 convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2020, respecto a los testigos LG3490 y P1114. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Producción (kg/ha 14 % humedad)	Índice productivo (%)	Separación de medias – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)	Número de ensayos
P0937Y*	17988	112,7	a	7
LG31545	17566	110,0	ab	7
P1049	17518	109,7	ab	7
DKC5685	17367	108,8	abc	7
BERLIOZ	16766	105,0	abcd	7
SY SANDRO	16690	104,5	abcd	7
RGT ELARAXX	16575	103,8	abcd	7
ANAKIN	16478	103,2	abcd	7
HOAZIX	16453	103,1	abcd	7
59K	16452	103,1	abcd	7
SY BILBAO	16442	103,0	abcd	7
52P	16426	102,9	abcd	7
LAMPARD YG*	16306	102,1	abcd	7
P1114 (T)	16073	100,7	bcd	7
DKC5362	16022	100,4	bcd	7
RGT DISTINXXION	15911	99,7	bcd	7
ISULEA	15872	99,4	bcd	7
LG3490 (T)	15857	99,3	bcd	7
SY CARIOCA	15739	98,6	bcd	7
SY ATOMIC	15572	97,5	cd	7
47M	15531	97,3	cd	7
URBANIX	15261	95,6	d	7
DRAGSTER	15009	94,0	d	7
Media del ensayo (kg/ha)	16342 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	15965 kg/ha al 14% de humedad			
Nivel de significación de la variedad	<i>p</i> -valor<0,0001			
Coefficiente de variación	5,32 %			
Nivel de significación de la interacción localidad*variedad	<i>p</i> -valor<0,0001			

En la Tabla 35 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 2020.

La densidad media de plantas de los ensayos realizados ha sido de 8,49 plantas/m². P0937Y ha presentado una densidad de plantas significativamente mayor que RGT ELARAXX, LG3490 y 47M.

La fecha de floración femenina media ha sido el 20 de Julio. La variedad más precoz ha sido DRAGSTER, con una floración femenina adelantada 4 días respecto la variedad de referencia P1114. SY ATOMIC y LG31545 han sido las variedades más tardías, con una floración 3 días más tardía que P1114.

El híbrido RGT ELARAXX es el que ha presentado una mayor altura de las plantas, que han sido significativamente más altas que las de SY CARIOCA. No se han observado diferencias significativas entre la altura de inserción de la mazorca; aun así, las variedades que han presentado una mayor altura del nudo de inserción han sido ANAKIN, SY ATOMIC, LG3490 y SY SANDRO.

Se han observado diferencias significativas entre la humedad de las variedades, siendo las que han presentado una humedad más alta P1049, 59K y P1114 (todas ellas de ciclo 500). Las variedades con una humedad significativamente inferior a las anteriores han sido DRAGSTER, URBANIX y LG3490 (de ciclo 400). También se han observado diferencias significativas en el peso específico del grano, siendo las variedades con un mayor peso específico DRAGSTER, ANAKIN, ISULEA, DKC5362, URBANIX y DKC5685

Tabla 35.- Densidad de plantas, fecha de floración femenina respecto al testigo P1114 (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 2020. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

Variedades	Densidad (plantas/m ²)	Fecha floración femenina (días respecto P1114)	Humedad (%)	Altura planta (cm)	Altura inserción mazorca (cm)	Peso específico (kg/hL)	Plantas rotas (%)
47M	8,15 b	-3	17,9 def	257 ab	107 a	75,3 abcd	0
52P	8,45 ab	-3	18,7 bcde	261 ab	108 a	74,5 abcdefg	0
59K	8,50 ab	0	20,5 ab	262 ab	107 a	74,4 abcdefg	0
ANAKIN	8,61 ab	-2	17,8 def	272 ab	113 a	76,4 ab	0
BERLIOZ	8,65 ab	-1	18,5 cdef	266 ab	108 a	72,5 efg	0
DKC5362	8,42 ab	0	18,0 def	252 ab	102 a	76,0 ab	0
DKC5685	8,44 ab	0	19,2 abcde	261 ab	107 a	75,5 ab	0
DRAGSTER	8,56 ab	-4	16,5 f	259 ab	109 a	76,7 a	0
HOAZIX	8,55 ab	1	18,1 def	258 ab	105 a	75,1 abcde	0
ISULEA	8,40 ab	-2	18,4 cdef	257 ab	106 a	76,1 ab	0
LAMPARD YG*	8,67 ab	0	19,5 abcd	263 ab	107 a	75,6 abc	0
LG31545	8,58 ab	3	19,3 abcde	257 ab	104 a	72,3 fg	0
LG3490 (T)	8,18 b	-1	17,7 def	273 ab	111 a	72,9 defg	0
P0937Y*	8,79 a	1	19,2 abcde	268 ab	100 a	74,0 abcdefg	0
P1049	8,44 ab	-3	20,9 a	258 ab	104 a	73,2 cdefg	0
P1114 (T)	8,40 ab	0	20,1 abc	266 ab	110 a	75,2 abcd	0
RGT	8,46 ab	-3	19,4 abcde	256 ab	108 a	75,7 abc	0
DISTINXXION							
RGT ELARAXX	8,18 b	-2	19,0 abcde	274 a	109 a	75,0 abcde	1
SY ATOMIC	8,29 ab	3	19,4 abcde	267 ab	112 a	72,0 g	0
SY BILBAO	8,56 ab	2	18,7 bcde	268 ab	110 a	74,0 bcdefg	0
SY CARIOCA	8,69 ab	-1	18,5 cde	250 b	106 a	74,7 abcdef	0
SY SANDRO	8,57 ab	2	19,3 abcde	271 ab	111 a	72,5 efg	0
URBANIX	8,73 ab	-2	17,5 ef	271 ab	103 a	76,0 ab	1
Media del ensayo	8,49	21 de julio ¹	18,8	263	107	74,6	0
Nivel de significación de las variedades (p-valor)	0,0008	-	<0,0001	0,0016	0,4727	<0,0001	0,4621
Número de ensayos	7	5	7	7	6	4	4

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

¹ Fecha de floración de la variedad testigo P1114.

* 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. En general se observa una humedad del grano más baja en las variedades de ciclo 400. Destacan las variedades BERLIOZ, ANAKIN, HOAZIX, SY BILBAO y 52P por tener una producción por encima de la media y una baja humedad del grano.

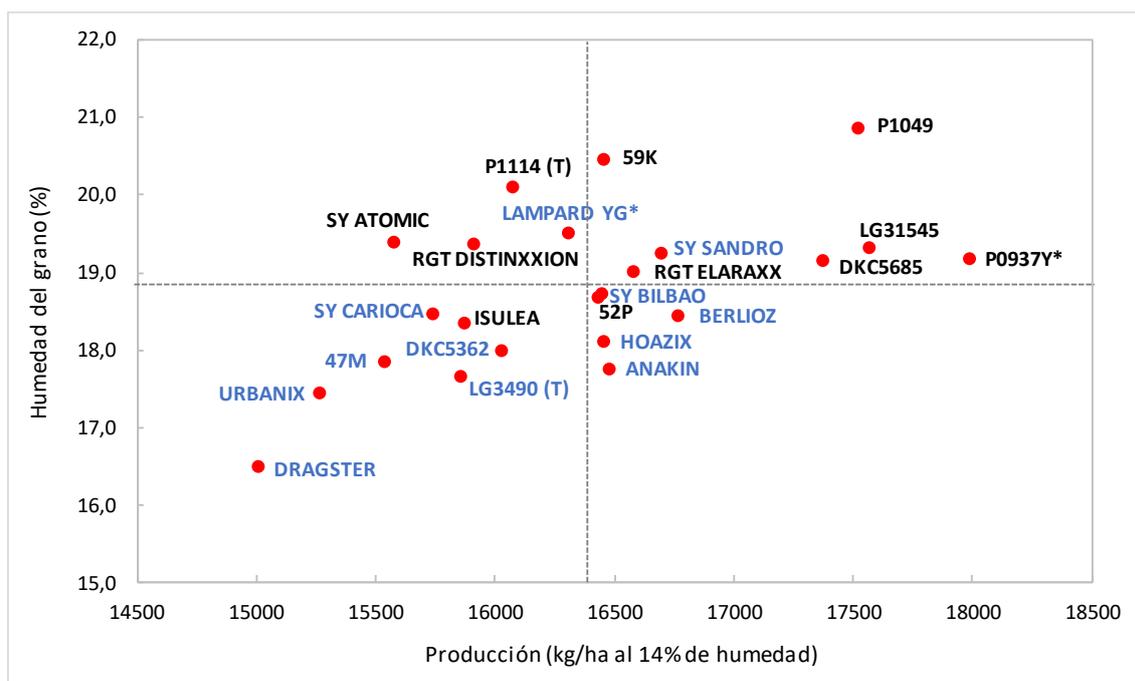


Figura 6.- Producción y humedad del grano de las variedades de maíz de ciclo 400 (azul) y 500 (negro) ensayadas en el marco de GENVCE durante el año 2020. * Variedades transgénicas.

3.2.3.- Resultados conjuntos de los años 2019 y 2020

Para el análisis conjunto de los datos de los años 2019 y 2020 se han considerado las variedades 52P, ANAKIN, DRAGSTER, ISULEA, LAMPARD YG*, LG31545, LG3490 (testigo), P0937Y*, P1114 (testigo), RGT DISTINXXION, SY ATOMIC, SY CARIOCA, SY SANDRO y URBANIX. Se han considerado un total de 20 ensayos para el análisis de las variedades convencionales, de los cuales 12 corresponden al año 2019 y 8 al 2020. En el análisis conjunto de variedades convencionales y transgénicas, se han considerado 9 de los ensayos de 2019 y 7 de los ensayos del 2020.

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 36). Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p=0,0002$) y no ha habido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo ($p=0,3857$).

Tabla 36.- 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 2019-2020.

	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	0,85	0,3857		
	Localidad		A			1988,8	1160,3
	Localidad*Año		A			699,1	445,7
G	Variedad	11	F	4,41	0,0002		
G*E	Variedad*Año	11	F	0,92	0,5328		
	Variedad*Localidad		A			177,4	302,5
	Localidad*Variedad*Año		A			842,8	327,6
	ERROR		A			277,4	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 37 se pueden observar las producciones medias de las variedades ensayadas las campañas 2019 y 2020. Las variedades ANAKIN y LG31545 han mostrado unos rendimientos significativamente más elevados al de las variedades URBANIX y DRAGSTER en las dos campañas de ensayos. También las variedades SY SANDRO y 52P han mostrado muy buen comportamiento productivo, con diferencias significativas respecto DRAGSTER únicamente.

Tabla 37.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020. 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
ANAKIN	16384	106,9	a	20
LG31545	16209	105,8	a	20
SY SANDRO	16124	105,2	ab	20
52P	16024	104,6	ab	20
P1114 (T)	15635	102,0	abc	20
ISULEA	15329	100,0	abc	20
SY CARIOCA	15151	98,9	abc	20
RGT DISTINXXION	15034	98,1	abc	20
LG3490 (T)	15008	98,0	abc	20
SY ATOMIC	14984	97,8	abc	20
URBANIX	14802	96,6	bc	20
DRAGSTER	14636	95,5	c	20
Media del ensayo	15443 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	15321 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,66 %			

(T)Variedades testigo

En la Tabla 38 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de todas las variedades analizadas. La variedad 52P ha estado en el tercil superior de rendimiento el 65% de los ensayos y únicamente en un 10% de los ensayos ha aparecido en el tercil más bajo. También las variedades ANAKIN, P1114 y SY SANDRO han estado en más del 50% de los ensayos en el tercil superior. El híbrido que ha mostrado una mayor inestabilidad genotípica ha sido P1114.

Tabla 38.- Análisis de terciles y varianza genotípica (Test de Shukla) de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019 y 2020.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
52P	13	5	2	689,5
ANAKIN	12	7	1	710,7
P1114 (T)	12	3	5	3328,9
SY SANDRO	11	7	2	782,9
DRAGSTER	8	7	5	556,8
LG3490 (T)	6	8	6	1013,6
SY CARIOCA	4	9	7	992,1
LG31545	4	6	10	941,7
URBANIX	4	3	13	769,3
SY ATOMIC	3	10	7	1053,8
RGT DISTINXXION	3	7	10	881,7
ISULEA	0	8	12	303,4
GxE (Componente de la varianza)				994,852

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 39. Se han observado diferencias significativas de producción entre variedades ($p=0,0001$) y no ha habido un comportamiento diferencial en función del año de ensayo ($p=0,4364$).

Tabla 39.- 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 2019-2020.

	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
A	Año	1	F	0,69	0,4364		
	Localidad		A			1790,7	1206,3
	Localidad*Año		A			791,0	505,4
B	Variedad	13	F	4,36	0,0001		
C	Variedad*Año	13	F	1,42	0,2275		
	Variedad*Localidad		A			211,5	290,2
	Localidad*Variedad*Año		A			722,9	334,2
	ERROR		A			257,1	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 40 se pueden observar las producciones medias de las variedades convencionales junto con las variedades transgénicas LAMPARD YG y P0937Y en las campañas 2019 y 2020. La variedad transgénica P0937Y ha sido la que ha mostrado un mayor rendimiento en los ensayos de las dos últimas campañas, sin diferencias significativas con los híbridos LG31545, SY SANDRO, ANAKIN, LAMPARD YG, 52P y el testigo P1114, que han presentado todos ellos un buen comportamiento productivo.

Tabla 40.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020. 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
P0937Y*	17089	110,3	a	16
LG31545	16328	105,4	ab	16
SY SANDRO	16285	105,1	ab	16
ANAKIN	16237	104,8	ab	16
LAMPARD YG*	16230	104,7	ab	16
52P	16178	104,4	ab	16
P1114 (T)	15777	101,8	ab	16
SY CARIOCA	15510	100,1	b	16
ISULEA	15499	100,0	b	16
RGT DISTINXXION	15375	99,2	b	16
LG3490 (T)	15217	98,2	b	16
URBANIX	15165	97,9	b	16
SY ATOMIC	15162	97,8	b	16
DRAGSTER	14842	95,8	b	16
Media del ensayo	15778 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100 (kg/ha)	15497 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,22 %			

* Variedades transgénicas.

(T) Variedades testigo

En la Tabla 41 se puede observar la clasificación en terciles y la varianza genotípica de todas las variedades convencionales y transgénicas analizadas. Las variedades P0937Y, 52P y LG31545 estuvieron presentes en el tercil de mayor producción en más del 60% de los ensayos. También las variedades LAMPARD YG, ANAKIN y SY SANDRO han estado en la mayoría de los ensayos entre el tercil medio y superior.

Tabla 41.- 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 2019 y 2020.

Variedades	Análisis de rangos			Varianza genotípica (kg/ha) ² x10 ⁻³
	Superior	Medio	Inferior	
P0937Y*	12	2	2	1738,8
52P	10	3	3	464,5
LG31545	10	1	5	3469,6
LAMPARD YG*	9	7	0	291,5
ANAKIN	8	7	1	436,2
SY SANDRO	8	6	2	814,0
P1114 (T)	4	6	6	494,9
RGT DISTINXXION	4	5	7	862,8
SY CARIOCA	4	5	7	887,8
LG3490 (T)	4	3	9	1386,1
ISULEA	3	8	5	913,7
SY ATOMIC	2	6	8	932,0
URBANIX	2	3	11	474,1
DRAGSTER	0	2	14	243,5
GxE (Componente de la varianza)				924,3

* Variedades transgénicas.

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 ocho ensayos.

En la Tabla 42 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 ($p = 0,5597$) y la interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa ($p = 0,4342$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 42.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE durante las campañas 2019 y 2020, 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
Σ	Zona Geográfica	1	F	0,37	0,5597		
	Localidad*Zona Geográfica		A			2041,7	1377,9
	Año	1	F	0,75	0,4207		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			829,9	584,0
⊙	Variedad	11	F	4,80	<0,0001		
Σ ⊙	Zona Geográfica*Variedad	11	F	1,03	0,4342		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			109,8	294,6
	Variedad*Año	1	F	0,93	0,5250		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año		A			892,3	332,1
	ERROR		A			277,4	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 43 y 44 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 43.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019-2020, en la zona geográfica Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIEDADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry (α=0,05)
LG31545	17506	111,9	a
ANAKIN	16779	107,2	ab
SY SANDRO	16425	105,0	abc
52P	16326	104,3	abc
P1114 (T)	16093	102,9	bcd
ISULEA	15592	99,7	bcde
SY ATOMIC	15418	98,5	cde
RGT DISTINXXION	15344	98,1	cde
LG3490 (T)	15199	97,1	cde
SY CARIOCA	15092	96,5	de
DRAGSTER	14979	95,7	de
URBANIX	14835	94,8	e
MEDIA DEL ENSAYO	15799 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	15646 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor=0,0012		

Tabla 44.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019 y 2020 en la zona geográfica del Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
ANAKIN	16090	106,5	a
SY SANDRO	15912	105,3	a
52P	15833	104,8	ab
LG31545	15336	101,5	abc
P1114 (T)	15321	101,4	abc
SY CARIOCA	15183	100,5	abc
ISULEA	15166	100,4	abc
LG3490 (T)	14892	98,6	bc
RGT DISTINXXION	14850	98,3	c
URBANIX	14816	98,1	c
SY ATOMIC	14690	97,2	c
DRAGSTER	14405	95,4	c
MEDIA DEL ENSAYO		15208 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		15107 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p -valor=0,0558	

En la Tabla 45 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 ($p = 0,0002$) y no se han observado diferencias significativas entre las zonas geográficas preestablecidas ($p = 0,1060$). La interacción variedad por zona geográfica no ha sido significativa ($p = 0,2356$), lo que indica una respuesta homogénea de las variedades en todas las zonas preestablecidas.

Tabla 45.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE durante las campañas 2019 y 2020, 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
E	Zona Geográfica	1	F	3,55	0,1060		
	Localidad*Zona Geográfica		A			1123,17	1034,08
	Año	1	F	0,24	0,6417		
	Zona Geográfica*Año	1	F	0,2	0,6729		
	Localidad*Zona Geográfica*Año		A			1003,14	680,74
G	Variedad	13	F	4,88	0,0002		
E*G	Zona Geográfica*Variedad	13	F	1,37	0,2356		
	Localidad*Variedad*Zona Geográfica		A			155,99	284,41
	Variedad*Año	13	F	1,22	0,334		
	Localidad*Zona Geográfica*Variedad*Año	13	F	0,25	0,993		
	ERROR		A			716,52	307,63

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 46 y 47 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 46.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019-2020, en la zona geográfica Centro. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
LG31545	19536	116,1	a
P0937Y	19415	115,4	a
52P	17658	104,9	b
SY SANDRO	17552	104,3	b
LAMPARD YG	17394	103,4	b
ANAKIN	17263	102,6	b
P1114 (T)	17228	102,4	b
RGT DISTINXXION	17156	101,9	b
ISULEA	16843	100,1	b
SY ATOMIC	16765	99,6	b
SY CARIOCA	16734	99,4	b
LG3490 (T)	16429	97,6	b
URBANIX	16383	97,4	b
DRAGSTER	16251	96,6	b
MEDIA DEL ENSAYO		17329 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		16829 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		$p\text{-valor}=0,0062$	

Tabla 47.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019 y 2020 en la zona geográfica del Norte. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P0937Y	16373	108,2	a
SY SANDRO	15939	105,4	ab
ANAKIN	15928	105,3	ab
LAMPARD YG	15912	105,2	ab
52P	15864	104,9	ab
P1114 (T)	15354	101,5	bc
LG31545	15349	101,5	bc
SY CARIOCA	15204	100,5	bc
ISULEA	15197	100,5	bc
LG3490 (T)	14903	98,5	c
RGT DISTINXXION	14872	98,3	c
URBANIX	14838	98,1	c
SY ATOMIC	14711	97,2	c
DRAGSTER	14432	95,4	c
MEDIA DEL ENSAYO		15348 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		15129 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		$p\text{-valor}=0,0051$	

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 convencionales inferiores a 12500 kg/ha, representando una agrupación de siete ensayos.

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

3.- Alta: incluye ensayos con producciones medias de las variedades convencionales (o convencionales y transgénicas) superiores a 16000 kg/ha. Representa una agrupación de siete ensayos.

La Tabla 48 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 ($p=0,0061$) y entre las variedades ($p=0,0001$). No se ha observado una interacción variedad por grupo productivo significativa ($p=0,4022$), en consecuencia, el comportamiento de las variedades no ha diferido en función de la productividad del ensayo.

Tabla 48.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2019-2020 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	13,67	0,0061		
	Localidad*Grupo Productivo		A			0,0	599,6
	Año	1	F	3,22	0,1244		
	Localidad*Grupo Productivo*Año		A			1022,9	693,6
G	Variedad	11	F	4,08	0,0001		
E G	Grupo Productivo*Variedad	22	F	1,07	0,4022		
	Localidad*Variedad*Grupo Productivo		A			243,3	466,4
	Variedad*Año	11	F	0	0,5897		
	Localidad*Grupo Productivo*Variedad*Año		A	56	0,8447	718,3	485,9
	ERROR		A			277,4	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 49, 50 y 51 se pueden observar las producciones de las distintas variedades en función de los grupos productivos. Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que no hay que olvidar que la interacción variedad por grupo productivo no ha sido significativa y, en consecuencia, las variedades se comportan de forma similar en los diferentes grupos productivos.

Tabla 49.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE, durante los años 2019-2020, en el grupo de productividad baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
SY SANDRO	15073	106,7	a
LG31545	14900	105,5	ab
ANAKIN	14771	104,6	ab
52P	14484	102,6	abc
P1114 (T)	14464	102,4	abc
SY ATOMIC	14223	100,7	abcd
SY CARIOCA	14100	99,9	abcd
LG3490 (T)	13776	97,6	bcd
ISULEA	13664	96,8	bcd
URBANIX	13410	95,0	cd
RGT DISTINXXION	13263	93,9	cd
DRAGSTER	13020	92,2	d
MEDIA DEL ENSAYO		14096 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		14120 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor=0,0195	

Tabla 50.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020, en el grupo de productividad media. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
SY SANDRO	16754	108,3	a
52P	16637	107,5	a
ANAKIN	16283	105,3	ab
P1114 (T)	15901	102,8	ab
ISULEA	15721	101,6	ab
SY CARIOCA	15463	100,0	abc
URBANIX	15414	99,6	abc
LG31545	15363	99,3	abc
RGT DISTINXXION	15147	97,9	bc
LG3490 (T)	15038	97,2	bc
DRAGSTER	14919	96,4	bc
SY ATOMIC	14267	92,2	c
MEDIA DEL ENSAYO		15576 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		15470 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor=0,0395	

Tabla 51.- Producción de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020, en el grupo de productividad alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
LG31545	18526	109,7	a
ANAKIN	17565	104,0	ab
52P	17336	102,6	abc
ISULEA	17226	102,0	bc
SY SANDRO	17118	101,3	bc
RGT DISTINXXION	17102	101,2	bc
P1114 (T)	17015	100,7	bc
LG3490 (T)	16776	99,3	bc
SY ATOMIC	16762	99,2	bc
DRAGSTER	16522	97,8	bc
SY CARIOCA	16226	96,0	c
URBANIX	16081	95,2	c
MEDIA DEL ENSAYO		17021 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		16896 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor=0,0323	

A continuación se presenta el estudio gráfico conjunto del efecto de la variedad y de su interacción con el ambiente mediante la metodología del biplot G+GE. El análisis gráfico se realiza utilizando los valores de los dos primeros componentes principales (PC1 y PC2) obtenidos a partir de los valores centrados de cada uno de los ambientes. En la Figura 5 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental el grupo productivo. Este análisis se presenta únicamente a título orientativo pues no se ha observado una interacción significativa entre la variedad y el grupo productivo. Los resultados sugieren un mejor comportamiento relativo de la variedad LG31545 en los ambientes más productivos, hecho que podría explicar su mayor inestabilidad genotípica.

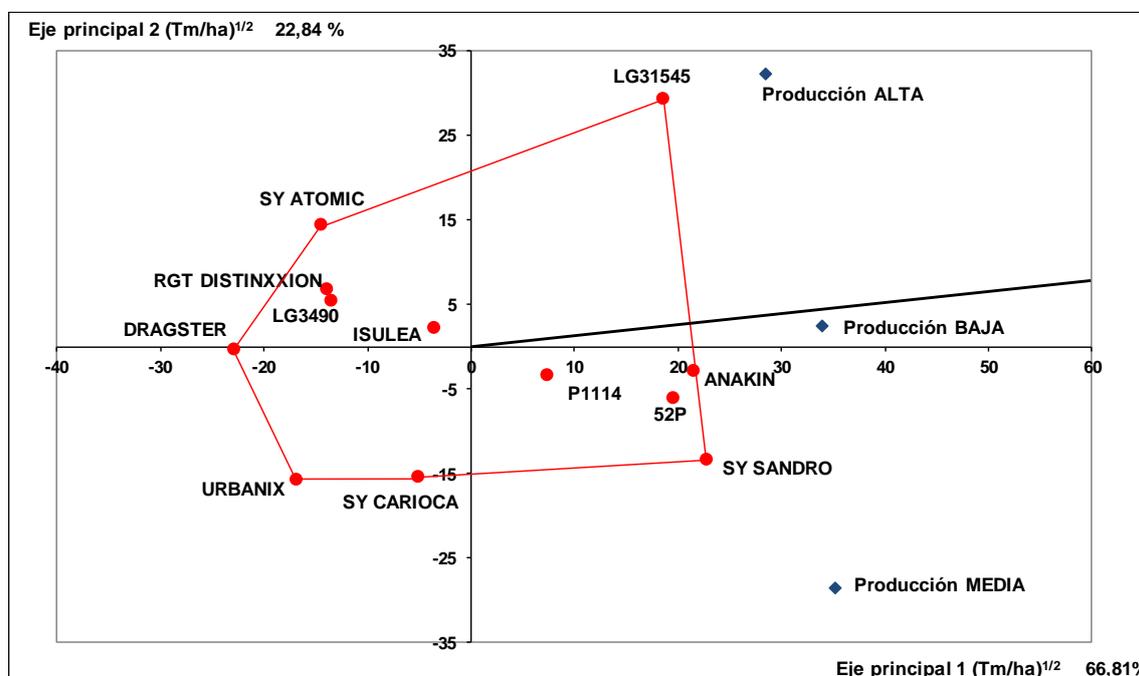


Figura 7.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020, en función de la Grupo productivo.

En la Tabla 52 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 ($p=0,0158$) y entre las variedades ($p=0,0010$), y no se ha observado una interacción variedad por grupo productivo significativa ($p=0,4155$). En consecuencia, el comportamiento de las variedades no ha diferido en función de la productividad del ensayo.

Tabla 52.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción con los datos obtenidos en el marco de trabajo de GENVCE, durante las campañas 2019-2020 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
⊞	Grupo Productivo	2	F	7,37	0,0158		
	Localidad*Grupo Productivo		A			380,8	928,3
	Año	1	F	0,54	0,4954		
	Localidad*Grupo Productivo*Año		A			754,5	931,0
⊙	Variedad	13	F	5,52	0,0010		
⊞ * ⊙	Grupo Productivo*Variedad	26	F	1,12	0,4155		
	Localidad*Variedad*Grupo Productivo		A			0,0	353,6
	Variedad*Año	13	F	1,41	0,2572		
	Localidad*Grupo Productivo*Variedad*Año		A			834,1	390,8
	ERROR		A			257,1	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En las Tablas 53, 54 y 55 se pueden observar las producciones agrupando variedades convencionales y transgénicas en función de la productividad del ensayo. Estas tablas se presentan únicamente a título orientativo, puesto que la interacción variedad por grupo productivo no ha sido significativa.

Tabla 53.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020, en el grupo de productividad baja. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P0937Y*	15422	107,9	a
SY SANDRO	14987	104,9	ab
ANAKIN	14705	102,9	ab
LAMPARD YG*	14700	102,9	ab
LG31545	14685	102,7	ab
P1114 (T)	14564	101,9	abc
52P	14407	100,8	abcd
SY CARIOCA	14272	99,9	abcd
SY ATOMIC	14185	99,2	abcd
LG3490 (T)	14021	98,1	abcd
URBANIX	13760	96,3	bcd
ISULEA	13664	95,6	bcd
RGT DISTINXXION	13204	92,4	cd
DRAGSTER	13069	91,4	d
MEDIA DEL ENSAYO	14260 kg/ha al 14% de humedad		
ÍNDICE 100	14293 kg/ha al 14% de humedad		
Nivel de significación de las variedades	p-valor=0,1047		

* Variedades transgénicas

Tabla 54.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020, en el grupo de productividad media. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
P0937Y*	17325	112,2	a
SY SANDRO	16799	108,8	ab
52P	16719	108,3	abc
ANAKIN	16622	107,6	abc
LAMPARD YG*	16434	106,4	abcd
SY CARIOCA	16097	104,2	abcde
ISULEA	15887	102,9	bcdef
P1114 (T)	15751	102,0	bcdef
LG31545	15693	101,6	bcdef
RGT DISTINXXION	15595	101,0	bcdef
URBANIX	15500	100,4	cdef
DRAGSTER	15165	98,2	def
LG3490 (T)	15132	98,0	ef
SY ATOMIC	14758	95,6	f
MEDIA DEL ENSAYO		15963 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		15442 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor=0,0215	

* Variedades transgénicas

Tabla 55.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2019-2020, en el grupo de productividad alta. Medias ajustadas por mínimos cuadrados.

VARIETADES	PRODUCCIÓN (kg/ha)	ÍNDICE PRODUCTIVO (%)	SEPARACIÓN DE MEDIAS – Test Edwards & Berry ($\alpha=0,05$)
LG31545	19147	112,6	a
P0937Y*	18699	110,0	ab
LAMPARD YG*	17800	104,7	abc
52P	17734	104,3	abcd
RGT DISTINXXION	17599	103,5	bcd
ANAKIN	17532	103,1	bcd
ISULEA	17321	101,9	bcd
P1114 (T)	17168	101,0	cd
SY SANDRO	17134	100,8	cd
SY ATOMIC	16891	99,4	cd
LG3490 (T)	16828	99,0	cd
URBANIX	16536	97,3	cd
DRAGSTER	16415	96,6	cd
SY CARIOCA	16347	96,2	d
MEDIA DEL ENSAYO		17368 kg/ha al 14% de humedad	
ÍNDICE 100		16998 kg/ha al 14% de humedad	
Nivel de significación de las variedades		p-valor=0,0240	

* Variedades transgénicas

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 6 se observa el biplot G+GE utilizando como unidad ambiental el grupo de productividad del ensayo. La variedad P0937Y ha mostrado un buen comportamiento productivo en todas las zonas.

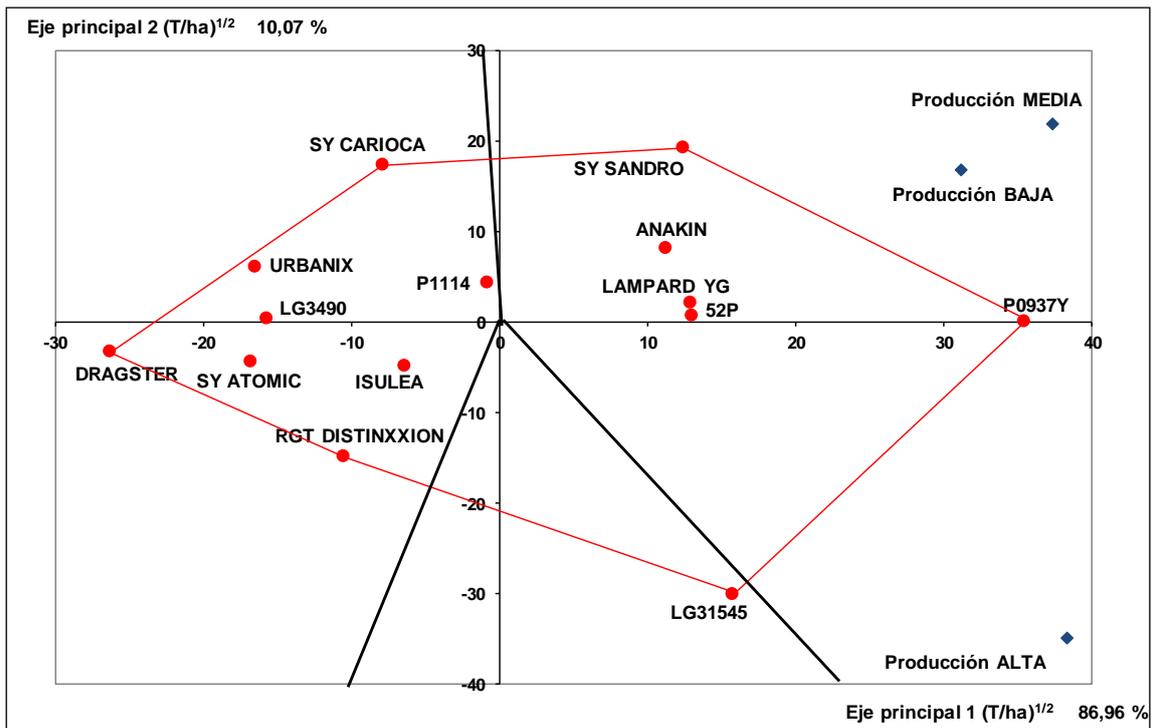


Figura 8.- Biplot G+GE realizado con los valores del PC1 y del PC2 obtenidos con los resultados productivos de las variedades de maíz convencionales y transgénicas ensayadas en la red GENVCE durante los años 2019-2020, en función de la productividad del ensayo.

3.2.4.- Resultados conjuntos de los años 2018-2019-2020

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2018, 2019 y 2020 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 56).

Tabla 56.- 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 2018, 2019 y 2020.

	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	2,33	0,7722		
	Localidad		A			1402,352	1373,844
	Localidad*Año		A			1730,793	952,497
G	Variedad	5	F	1,59	0,3131		
G*E	Variedad*Año	10	F	0,6	0,7722		
	Variedad*Localidad		A			0	544,154
	Localidad*Variedad*Año		A			1114,266	883,277
	ERROR		A			278,324	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 57 se pueden observar las producciones medias de los híbridos convencionales ensayados las campañas 2018, 2019 y 2020. No se han observado diferencias significativas entre variedades.

Tabla 57.- Producción de las variedades de maíz convencionales de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2018, 2019 y 2020. 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
52P	15207	103,0	a	26
ANAKIN	15343	103,9	a	25
ISULEA	14550	98,5	a	26
LG3490 (T)	14555	98,5	a	26
P1114 (T)	14985	101,5	a	26
SY ATOMIC	14671	99,3	a	26
Media del ensayo	14885 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	14770 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,82 %			

Se ha realizado un estudio conjunto de los resultados de los años 2018, 2019 y 2020 de las variedades convencionales y transgénicas de ciclo 400 y 500. 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 58).

Tabla 58.- Resultados del análisis de varianza de la variable producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 400 y 500, con los datos obtenidos en el marco del grupo GENVCE, durante las campañas 2018, 2019 y 2020.

	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	1,49	0,2685		
	Localidad		A			1222,8	1615,989
	Localidad*Año		A			2032,606	1149,543
G	Variedad	6	F	6,33	0,0002		
G*E	Variedad*Año	12	F	1,2	0,2916		
	Variedad*Localidad		A			362,279	273,24
	Localidad*Variedad*Año		A			1042,972	0
	ERROR		A			263,751	

Ajuste modelo mixto considerando aleatorio el término Localidad

En la Tabla 59 se pueden observar las producciones medias de las variedades convencionales y transgénicas ensayadas las campañas 2018, 2019 y 2020. El rendimiento de P0937Y ha superado significativamente al resto de híbridos.

Tabla 59.- Producción de las variedades de maíz convencionales y transgénicas de ciclo 400 y 500 ensayadas en el marco de GENVCE durante los años 2018, 2019 y 2020. 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
P0937Y*	16934	114,4	a	22
ANAKIN	15465	104,5	b	21
P1114 (T)	15108	102,0	b	22
52P	14940	100,9	b	22
ISULEA	14938	100,9	b	22
SY ATOMIC	14714	99,4	b	22
LG3490 (T)	14502	98,0	b	22
Media del ensayo	16117 kg/ha al 14% de humedad			
Índice 100	16547 kg/ha al 14% de humedad			
Coefficiente de variación	6,34 %			