

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN COMPARATIVA DE CULTIVARES DE MAÍZ EN LA LOCALIDAD DE COLÓN (BS AS). CAMPAÑA 2018/19

*Ing. Agr. (MSc) Gustavo N. Ferraris
Mayo 2019

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de maíz, son constantes los esfuerzos por reducir las brechas entre el rendimiento actual con el alcanzable a nivel de campo (máximo tecnológico) y el potencial (máximo fisiológico). El mejoramiento genético y el lanzamiento de nuevos cultivares es una herramienta insustituible en este progreso. La mejora incluye la selección por productividad y caracteres agronómicos deseables, estabilidad de rendimiento, tolerancia a estrés y un buen comportamiento frente a adversidades bióticas y abióticas. A causa de este trabajo, son constantes los avances en cuanto al entendimiento de los factores que determinan el rendimiento, y la respuesta a variables de manejo i.e. incrementos de producción debidos a la fertilización. Acompañando este progreso, el área de extensión de INTA Pergamino genera anualmente información a nivel regional que permite a productores y asesores orientar la elección, y así realizar recomendaciones válidas para todo el centro y norte de Buenos Aires.

El objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización fenológica, morfológica y sanitaria, así como la evaluación de rendimiento y sus componentes, de diferentes híbridos comerciales de maíz en el área de influencia de la localidad de Colón, en el Norte de la provincia de Bs. As. Asimismo, relacionar el rendimiento con las variables agronómicas que lo explican y determinan. El experimento se desarrolló en un ambiente muy favorable, a partir de las condiciones de clima, suelo y fertilización. Esto marca un contraste con el ciclo seco anterior, 2017/18.

Palabras clave: Maíz, genética, interacción genotipo x ambiente, relación rendimiento-variables agronómicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en el extremo sur del partido de Colón, en inmediaciones de la localidad de Sarasa, sobre un suelo Serie Rojas, Argiudol típico, clase I IP=100. El lote experimental tiene una historia de más de 30 años de agricultura continua y siembra directa. El antecesor fue soja de primera. Se implantó el día 21 de septiembre, en siembra directa a una densidad de 80000 semillas ha⁻¹ e hileras espaciadas a 0,525 m. Se sembraron 39 materiales diferentes en franjas con testigo apareado, siendo el testigo Dk 7210 VT3P.

De acuerdo con el diagnóstico realizado a partir del análisis de suelo, el cultivo fue fertilizado con

Mes Zn (12-17-10-Zn1) 104 kg/ha en línea de siembra y 115 kg/ha de urea granulada (46-0-0) + 20 kg/ha de fosfato monoamónico (11-23-0) incorporado en el entresurco, también en la siembra. Luego, en el estado V5 (Ritchie and Hanway, 1993) el día 28 de Octubre se aplican 150 kg/ha de urea granulada (46-0-0) + 45 kg/ha de sulfato de amonio (21-0-0-S24) en cobertura total.

Las unidades experimentales fueron recortadas en los extremos, cosechando una superficie de 1837 m² en cada una de ellas al momento de evaluar el experimento, el día 18 de Marzo.

Los rendimientos fueron corregidos por el testigo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento corregido híbrido A} = \text{rendimiento medio testigo} * \left(\frac{\text{Rendimiento híbrido A}}{(i/5 r_{\text{test}_j} + j/5 r_{\text{test}_i})} \right)$$

donde i y j representan la distancia entre las parcelas del híbrido A respecto de los testigos i y j ; y $rtest_i$ y $rtest_j$ representan el rendimiento de estos testigos.

Los datos de suelo correspondientes al ensayo se describen en la Tabla 1:

Tabla 1: Análisis de suelo al momento de la siembra

Prof	pH	Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm	Zinc	Boro
	agua 1:2,5	%		mg kg ⁻¹	ppm	kg ha ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
0-20 cm	5,8	3,15	0,157	12,2	16,3	75,4	9,5	0,72	0,51
20-40 cm					8,5				

Dentro de las determinaciones realizadas, se evaluó el número de plantas a cosecha (PL), altura de planta (AP) e inserción de espiga (AIE), fecha de floración masculina y femenina, porcentaje de plantas quebradas (Q%), volcadas (V%). Para evaluar el comportamiento sanitario se midieron la severidad de Roya común del maíz (Roya) y Tizón del maíz. En ambos casos, las observaciones se realizaron en las plantas después de antesis (Estado R2-R3). Se evaluó el deterioro de la médula mediante corte de 10 plantas por cultivar en la base del tallo a cosecha. Este podría ser causado por removilización de nutrientes y la presencia de patógenos como *Fusarium spp*, *Colletotrichum spp* y otros, siendo causal de quebrado en la base de las plantas.

Finalmente, se determinó el rendimiento (Rend), granos m⁻² (NG), Peso individual de granos (PG), número de granos por espiga (GE), número de hileras (Hil), Grado de llenado de la espiga (PE), Humedad a cosecha (H%) y el índice de prolificidad (IP). Se establecieron relaciones estadísticas entre rendimiento y las variables evaluadas mediante análisis multivariado –componentes principales y análisis de conglomerados- y análisis de regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones del sitio durante el ciclo de cultivo, y en la Figura 2 las temperaturas, horas de luz y el coeficiente fototermal (Q), con datos de la EEA Pergamino. Se consideró la etapa entre el 10 de diciembre y el 15 de febrero, la cual abarca el período crítico de floración y llenado de granos en todos los materiales. Por su parte, en la Figura 3 se comparan las temperaturas máximas de este ciclo con los anteriores.

La campaña fue muy favorable, aunque un tanto excesiva en las precipitaciones, lo cual en suelos francos como los de Sarasa podría haber causado lixiviación de N. Sin embargo, estas precipitaciones fueron relativamente tardías, concentradas especialmente a partir de mediados de diciembre. Las temperaturas fueron moderadas, y la radiación satisfactoria, ubicada en un rango medio. Las condiciones de luminosidad fueron medias. El cociente fototermal (Q) (11 dic-10 ene) fue de **1,59**, inferior al de los años precedentes (2017/18: **1,65**; 2015/16: **1,72**; 2014/15: **1,70**) pero sin embargo superior al de años cálidos (2013/14: **1,35**; 2016/17: **1,58**) (Figura 2). Por su parte, las temperaturas medias fueron frescas e inferiores a 2017/18, especialmente durante el llenado en la transición enero-febrero (Figura 3), pero superiores a las de 2016/17. Se registraron una gran cantidad de días nublados y con baja radiación, a partir de las frecuentes precipitaciones, explicando el bajo coeficiente fototermal (Figura 2).

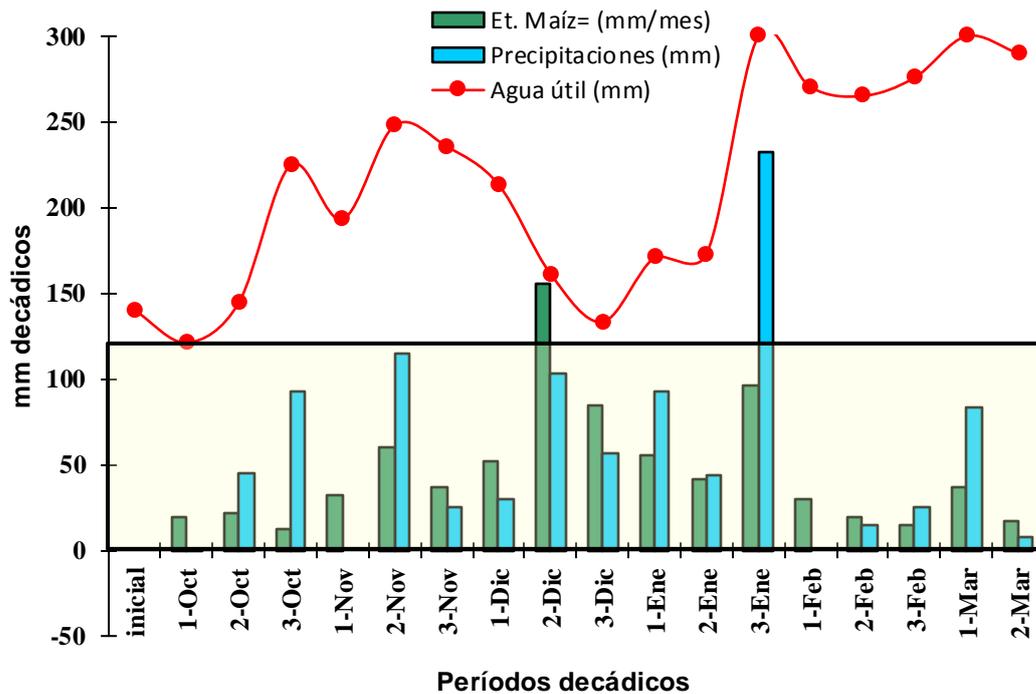


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y nivel de almacenaje (valores positivos) o déficit (negativo) acumulados (mm) en el sitio experimental. Colón, Bs As, campaña 2018/19. Agua disponible inicial en el suelo (150 cm) 140 mm. Precipitaciones totales en el ciclo 969 mm. No se determinó un déficit de evapotranspiración. El cuadro marca el nivel hídrico debajo del cual el uso consuntivo podría estar debajo del óptimo.

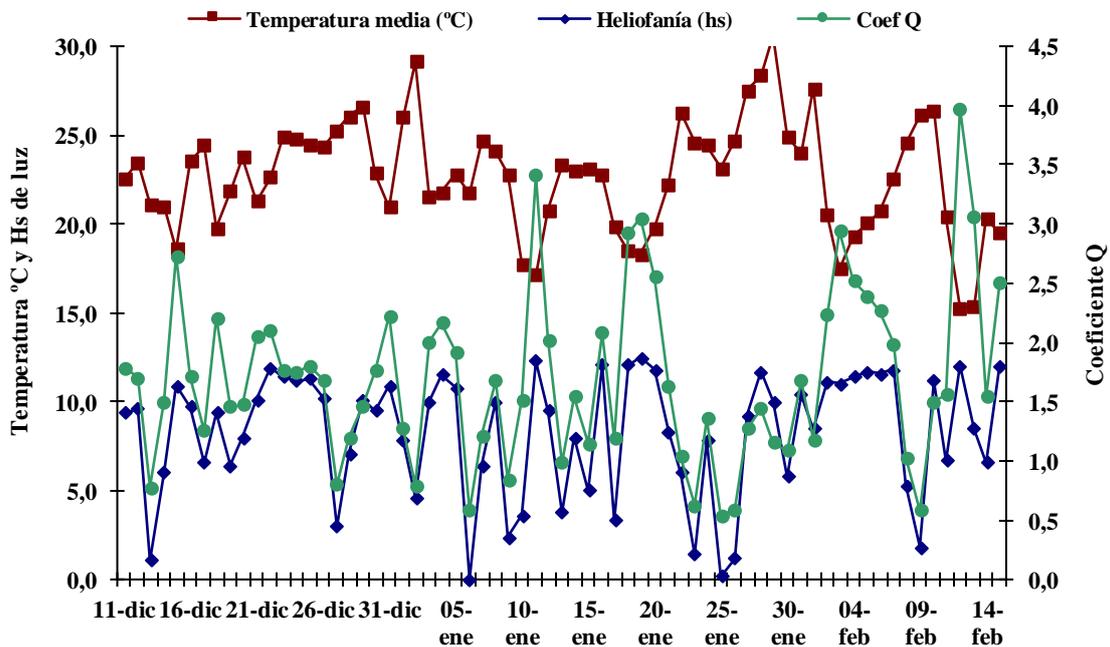


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diaria para el período 10 de diciembre - 14 de febrero, en el transcurso del cual se ubicó la etapa crítica de la floración, e inicios de llenado de los granos. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As), campaña 2018/19.

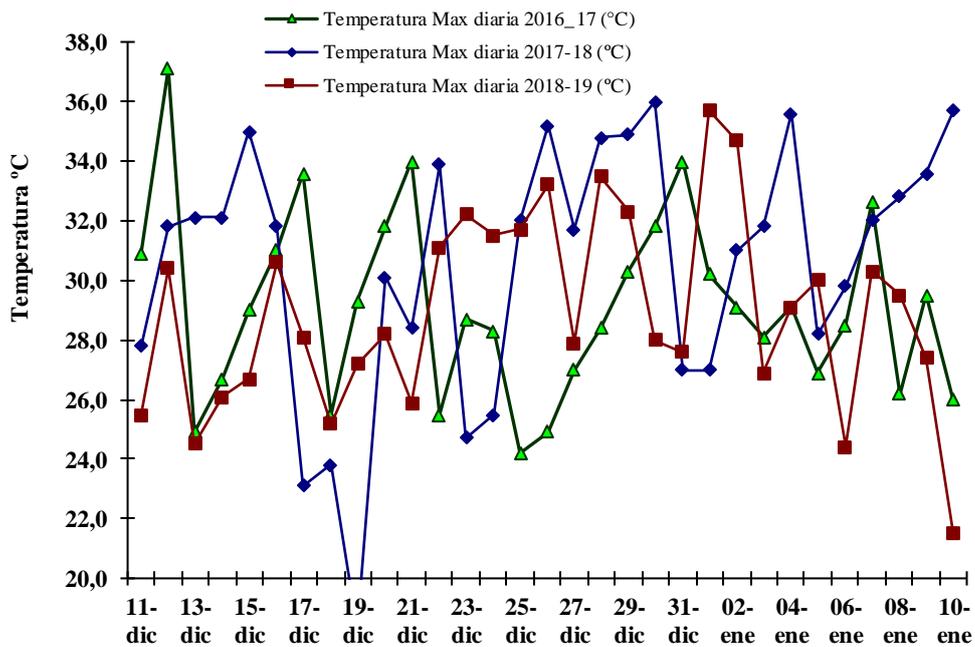


Figura 3: Temperaturas máximas diarias durante las campañas 2016/17, 2017/18 y 2018/19.. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As).

Por su parte, en la Tabla 2 se presentan datos morfológicos y de fenología evaluados en el experimento, que permiten caracterizar a los diferentes materiales. La floración ocurrió en una fecha temprana. El porte y acumulación de biomasa alcanzaron valores normales para la fecha de siembra (Tabla 2).

Tabla 2: Densidad, fenología, altura de plantas, altura de inserción y fecha de floración masculina (Vt) y femenina (R1) en los cultivares evaluados. Ensayo Colón, red de ensayos comparativos de rendimiento, INTA Pergamino, campaña 2018/19.

Empresa	Híbrido	PL (plantas/ha)	AP (cm)	AIE (cm)	Fecha FI Masculina (Vt)	Fecha FI Femenina (R1)
Illinois	IO 2301 MG	73016	275	120	18-dic	20-dic
Bayer	DK 7227 VT3P	79365	250	102	15-dic	17-dic
Macroseed	MZ 7123 PW	76190	285	120	17-dic	19-dic
Nord	Acrux PW	79365	270	126	17-dic	19-dic
Don Mario	DM 2772 VT3P	73016	270	112	16-dic	18-dic
Bayer	DK 7220 VT3P	79365	242	90	16-dic	18-dic
Dow	NEXT 22.6 PW	82540	275	115	18-dic	20-dic
ACA	Exp 18 MZ 224 VT3P	73016	245	105	17-dic	19-dic
Nidera	Ax 7761 VT3P	82540	235	102	15-dic	17-dic
Illinois	I 799 VT3P	82540	265	112	16-dic	18-dic
Limagrain	LG 30775 RR2	73016	255	105	17-dic	19-dic
La Tijereta	LT 723 VT3P	76190	245	96	16-dic	18-dic
La Tijereta	LT 722 VT3P	76190	255	103	16-dic	18-dic
Illinois	I 695 MG	76667	250	120	17-dic	19-dic
Don Mario	DM 2738 MGRR2	73016	255	104	16-dic	18-dic
Pioneer	P 2103 YHR Intrasect	85714	248	112	17-dic	19-dic
KWS	KM 3916 GL Stack	79365	272	100	18-dic	20-dic
Syngenta	Syn 848 Vip3	85714	250	95	14-dic	15-dic
Bayer	DK 7210 VT3P	73016	275	104	15-dic	17-dic
Nidera	Ax 7784 VT3P	76190	245	100	19-dic	20-dic
KWS	KM 3927 Vip3	76190	240	95	17-dic	19-dic
Syngenta	Syn 979 Vip3	79365	280	118	19-dic	21-dic
Syngenta	SYN 875 Vip3	79365	250	110	18-dic	20-dic
ACA	481 VT3P	69841	265	100	17-dic	19-dic
Don Mario	DM 2771 VT3P	79365	270	105	18-dic	20-dic
KWS	4500 GL Stack	77778	248	108	18-dic	20-dic
ACA	Exp 18 MZ 217 VT3P	76190	235	108	17-dic	19-dic
Pioneer	P 1815 VYHR Leptra	79365	275	125	16-dic	18-dic
ACA	473 VT3P	76667	255	102	17-dic	19-dic
Sursem	SRM 6620 VT3P	82540	265	100	19-dic	20-dic
Advanta	ADV 8560 T	82540	255	110	19-dic	20-dic
ACA	Exp 18 MZ 223 VT3P	73016	270	110	16-dic	18-dic
ACA	480 VT3P	88889	280	120	18-dic	20-dic
Dow	507 PW	76650	280	120	19-dic	20-dic
Stine	MST 120 - 19 Bt	85714	270	108	19-dic	20-dic
Illinois	I 797 VT3P	76190	255	90	18-dic	20-dic
ACA	Exp 18 MZ 235 VT3P	85714	280	115	16-dic	18-dic
Advanta	ADV 8319 MGRR2	76190	250	96	17-dic	19-dic
Advanta	ADV 8101 MGRR2	76650	235	95	17-dic	19-dic

No se observó incidencia de *Green Snap*, aún bajo buenas condiciones de crecimiento (Elmore et al., 2006; Ferragutti et al., 2010). Las lluvias fueron mayormente tardías, afectando principalmente el vuelco y quebrado de plantas adultas, cercanas a la maduración (Tabla 3). Se registró moderada presión de Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*), con un comportamiento

diferencial entre materiales (Tabla 4). La presencia de tizón y enfermedades de base de tallo fue prácticamente nula. En la mayoría de los cultivares se determinó una intercepción menor al 95 % de la radiación incidente hacia R1, valores de NDVI medios y una rápida caída de los valores Spad desde la floración (datos no presentados). Los dos primeros reflejarían un crecimiento satisfactorio. En cambio, el empobrecimiento en los niveles de clorofila reflejaría una caída en la concentración de N por lixiviación y dilución de nutrientes en planta.

Tabla 3: Porcentaje de Green Snap, vuelco y quebrado, vuelco de espiga, planta verde a cosecha y algunas características de conformación de la espiga de los materiales evaluados. Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2018/19.

Empresa	Híbrido	Green Snap (%)	Plantas volcadas a cosecha (%) (*)	Plantas quebradas a cosecha (%) (*)	Inclinación espiga a cosecha (**)	Planta verde (Stay green) (**)	Características espiga	
							N hileras	punta esp
Illinois	IO 2301 MG	0	0	1	Parcial	No	14	Li
Bayer	DK 7227 VT3P	0	1	0	No	No	16-18	Li-Mi
Macroseed	MZ 7123 PW	0	0	0	No	No	16-18	LI
Nord	Acrux PW	0	0	0	Parcial	No	14-16	LI
Don Mario	DM 2772 VT3P	0	0	0	Parcial	No	16	Li
Bayer	DK 7220 VT3P	0	0	0	No	Parcial	14-16	Mi
Dow	NEXT 22.6 PW	0	0	1	No	Parcial	14-16	Li
ACA	Exp 18 MZ 224 VT3P	0	1	0	No	Parcial	14-18	C
Nidera	Ax 7761 VT3P	0	0	0	Parcial	No	16-18	C
Illinois	I 799 VT3P	0	0	0	Parcial	No	16	C
Limagrain	LG 30775 RR2	0	0	0	No	No	16-20	Li-Mi
La Tijereta	LT 723 VT3P	0	0	0	No	No	16-18	Li
La Tijereta	LT 722 VT3P	0	0	0	No	No	16	Li
Illinois	I 695 MG	0	0	0	No	No	16	C
Don Mario	DM 2738 MGRR2	0	3	0	No	Parcial	14-16	C
Pioneer	P 2103 YHR Intrasect	0	0	0	Parcial	No	16-18	Li
KWS	KM 3916 GL Stack	0	1	1	No	No	16-18	LI
Syngenta	Syn 848 Vip3	0	0	0	No	No	18	C
Bayer	DK 7210 VT3P	0	0	1	No	No	16-18	LI
Nidera	Ax 7784 VT3P	0	0	0	No	No	14	Mi
KWS	KM 3927 Vip3	0	0	0	No	Sí	16-20	Li
Syngenta	Syn 979 Vip3	0	0	0	Sí	No	18-20	Li
Syngenta	SYN 875 Vip3	0	0	0	Parcial	No	16-20	Mi
ACA	481 VT3P	0	1	0	No	No	16	C
Don Mario	DM 2771 VT3P	0	1	0	Parcial	No	16-18	LI
KWS	4500 GL Stack	0	0	0	Sí	Parcial	12-16	C
ACA	Exp 18 MZ 217 VT3P	0	0	0	No	Parcial	14-16	Li
Pioneer	P 1815 VYHR Leptra	0	2	1	Parcial	No	14-16	LI
ACA	473 VT3P	0	2	0	No	No	16-20	Li
Sursem	SRM 6620 VT3P	0	1	0	Parcial	Parcial	16-18	Li-Mi
Advanta	ADV 8560 T	0	0	0	Parcial	No	16	Li
ACA	Exp 18 MZ 223 VT3P	0	0	0	No	No	16-18	C
ACA	480 VT3P	0	0	0	No	No	16-18	Li
Dow	507 PW	0	0	0	No	No	16-18	Mi
Stine	MST 120 - 19 Bt	0	0	0	No	Sí	16	C-Li
Illinois	I 797 VT3P	0	1	0	Parcial	No	12-16	C
ACA	Exp 18 MZ 235 VT3P	0	0	3	No	Parcial	14-16	LI
Advanta	ADV 8319 MGRR2	0	1	0	No	Parcial	12	C
Advanta	ADV 8101 MGRR2	0	0	1	Sí	No	16-18	Li

(*) Determinado a madurez, no se incluyen las plantas con Green Snap.

(**) Evaluado 7 días antes de cosecha, con testigo con 18 % de Humedad.

Punta espiga: C=Completa, Li=Ligeramente incompleta, Mi=Medianamente incompleta, Si Severamente incompleta.

En la Tabla 4 se presentan los valores de severidad para Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). La enfermedad alcanzó niveles moderados, siendo como máximo un 7 %. La presencia de tizón foliar fue prácticamente ausente en esta fecha de siembra. La afectación por isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*) fue prácticamente ausente, la presencia de enfermedades vasculares que afectaran la médula, muy limitada.

Tabla 4: Comportamiento de los materiales a Roya común del Maíz (*Puccinia sorghi*), Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*), deterioro de médula por enfermedades vasculares en R1 sumado a Índice de prolificidad (espigas / cien plantas). Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento, INTA Pergamino, campaña 2018/19. Roya y tizón están expresados como severidad %.

Empresa	Hibrido	Roya común (severidad %)	Tizón foliar (severidad %)	Deterioro de médula	IP
Illinois	IO 2301 MG	4%	0%	No	100
Bayer	DK 7227 VT3P	3%	0%	No	98
Macroseed	MZ 7123 PW	3%	0%	No	100
Nord	Acrux PW	2%	0%	No	100
Don Mario	DM 2772 VT3P	5%	0%	No	95
Bayer	DK 7220 VT3P	4%	0%	No	100
Dow	NEXT 22.6 PW	3%	0%	No	100
ACA	Exp 18 MZ 224 VT3P	6%	0%	No	100
Nidera	Ax 7761 VT3P	2%	0%	No	98
Illinois	I 799 VT3P	1%	0%	No	100
Limagrain	LG 30775 RR2	4%	0%	No	100
La Tijereta	LT 723 VT3P	4%	0%	No	100
La Tijereta	LT 722 VT3P	6%	0%	No	100
Illinois	I 695 MG	trazas	0%	No	115
Don Mario	DM 2738 MGRR2	3%	0%	No	130
Pioneer	P 2103 YHR Intrasect	4%	0%	No	103
KWS	KM 3916 GL Stack	3%	0%	No	095
Syngenta	Syn 848 Vip3	6%	0%	No	105
Bayer	DK 7210 VT3P	3%	0%	No	095
Nidera	Ax 7784 VT3P	1%	0%	No	100
KWS	KM 3927 Vip3	3%	0%	No	100
Syngenta	Syn 979 Vip3	1%	0%	No	100
Syngenta	SYN 875 Vip3	5%	0%	No	120
ACA	481 VT3P	3%	0%	No	105
Don Mario	DM 2771 VT3P	trazas	0%	No	100
KWS	4500 GL Stack	3%	0%	No	100
ACA	Exp 18 MZ 217 VT3P	5%	0%	No	100
Pioneer	P 1815 VYHR Leptra	trazas	0%	No	100
ACA	473 VT3P	7%	0%	No	100
Sursem	SRM 6620 VT3P	3%	0%	No	100
Advanta	ADV 8560 T	2%	0%	No	155
ACA	Exp 18 MZ 223 VT3P	2%	0%	No	100
ACA	480 VT3P	3%	0%	No	095
Dow	507 PW	5%	0%	No	100
Stine	MST 120 - 19 Bt	2%	0%	No	100
Illinois	I 797 VT3P	1%	0%	No	100
ACA	Exp 18 MZ 235 VT3P	4%	0%	No	100
Advanta	ADV 8319 MGRR2	4%	0%	No	100
Advanta	ADV 8101 MGRR2	6%	0%	No	100

Los rendimientos alcanzados en el presente ciclo agrícola fueron de los más altos de la serie, y dentro de un rango estrecho: promedio 14864 kg ha⁻¹, máximo 15984, mínimo 13039 kg ha⁻¹. De este modo, la brecha de rendimiento fue de 2945 kg ha⁻¹, tan solo un 18,4 % del rendimiento máximo (Figura 4).

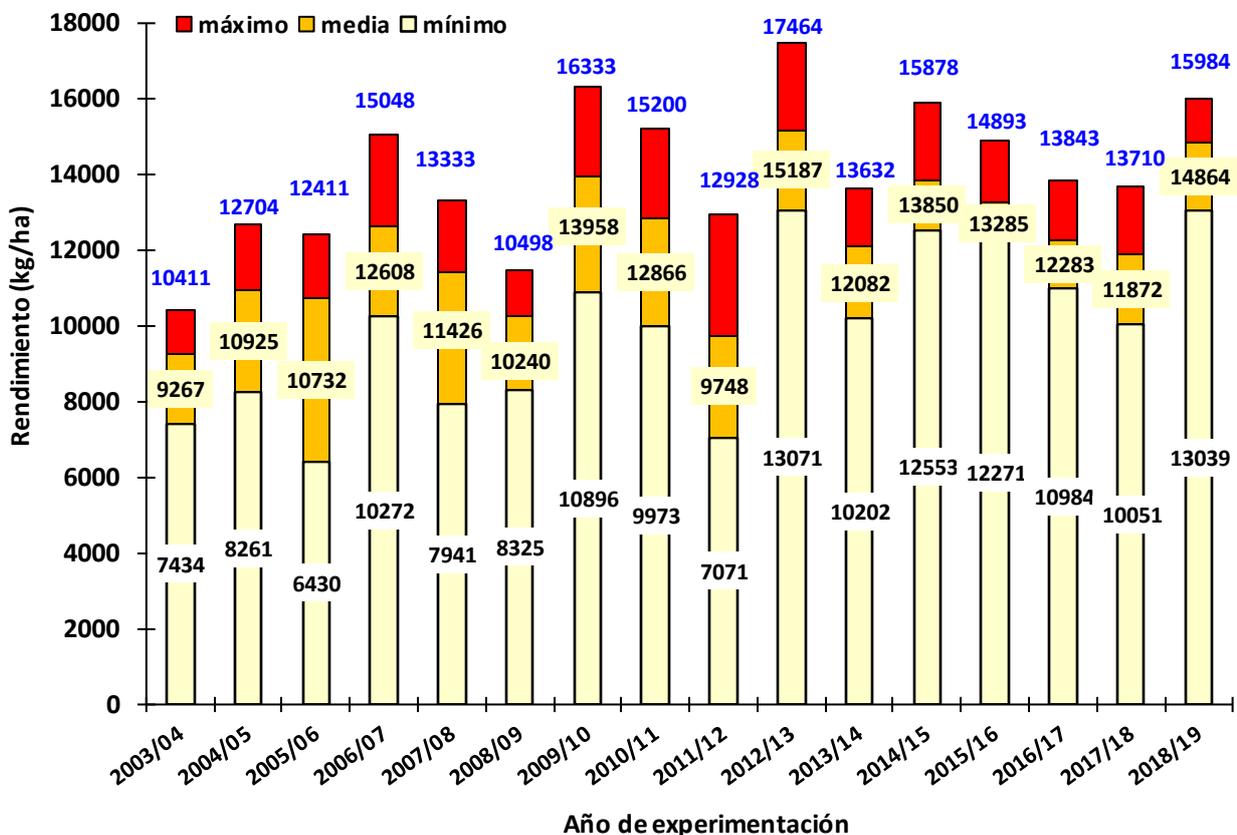


Figura 4: Rendimiento máximo, medio y mínimo según campaña agrícola en los ensayos de cultivares de maíz conducidos en el área de Colón, Buenos Aires entre los ciclos 2003/04 y 2018/19. INTA EEA Pergamino, localidad de Colón.

En la Tabla 5 se presentan los rendimientos, sus componentes, y algunos parámetros simples que hacen a la calidad de los granos cosechados.

Tabla 5: Rendimiento de grano ajustado por el testigo, número de granos por espiga y m², peso de granos, color, textura y peso hectolítrico, para los diferentes materiales evaluados. Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2018/19.

Empresa	Híbrido	Rendimiento o 13,5 % ajustado	Componentes de rendimiento			Calidad grano		
			GE	NG	PG x 1000	Color	Textura	PH
Illinois	IO 2301 MG	15984	627	4580	349,0	AN SD	14	80,1
Bayer	DK 7227 VT3P	15938	628	4859	328,0	ANO ^{sc} SD	16-18	83,0
Macroseed	MZ 7123 PW	15901	610	4645	342,3	ANO ^{sc} SD	16-18	78,9
Nord	Acrux PW	15896	591	4688	339,1	AN SD	14-16	77,4
Don Mario	DM 2772 VT3P	15823	694	4814	328,7	AN SD	16	80,4
Bayer	DK 7220 VT3P	15686	544	4317	363,3	C-SD	14-16	81,2
Dow	NEXT 22.6 PW	15615	480	3963	394,0	AN SD	14-16	80,3
ACA	Exp 18 MZ 224 VT3P	15573	652	4758	327,3	ANO ^{sc} SD	14-18	82,2
Nidera	Ax 7761 VT3P	15543	554	4458	348,7	AN SD	16-18	79,3
Illinois	I 799 VT3P	15504	617	5089	304,7	ANO ^{sc} SD	16	82,1
Limagrain	LG 30775 RR2	15501	650	4745	326,7	ANO ^{sc} SD	16-20	81,0
La Tijereta	LT 723 VT3P	15488	622	4741	326,7	ANO ^{sc} SD	16-18	81,7
La Tijereta	LT 722 VT3P	15451	580	4420	349,6	ANO ^{sc} SD	16	81,5
Illinois	I 695 MG	15431	597	5261	293,3	ANO ^{sc} SD	16	84,0
Don Mario	DM 2738 MGRR2	15389	569	5398	285,1	C SD	14-16	81,9
Pioneer	P 2103 YHR Intrasect	15314	634	5571	274,9	AN SD	16-18	80,7
KWS	KM 3916 GL Stack	15290	580	4371	349,8	AN SD	16-18	80,0
Syngenta	Syn 848 Vip3	15121	542	4878	310,0	C SD Dent	18	81,3
Bayer	DK 7210 VT3P	15092	724	5022	300,5	C SD	16-18	78,2
Nidera	Ax 7784 VT3P	15091	593	4518	334,0	AN SD	14	80,9
KWS	KM 3927 Vip3	14991	594	4529	331,0	AN SD	16-20	80,7
Syngenta	Syn 979 Vip3	14892	505	4005	371,3	AN Duro	18-20	83,8
Syngenta	SYN 875 Vip3	14870	537	5112	291,3	C-SD	16-20	80,8
ACA	481 VT3P	14700	701	5144	282,2	C SD	16	80,5
Don Mario	DM 2771 VT3P	14616	750	5953	245,5	AN SD	16-18	78,9
KWS	4500 GL Stack	14593	536	4166	350,3	AN SD	dic-16	79,5
ACA	Exp 18 MZ 217 VT3P	14516	609	4640	314,7	C SD	14-16	82,9
Pioneer	P 1815 VYHR Leptra	14454	516	4098	352,7	AN SD	14-16	84,2
ACA	473 VT3P	14359	576	4414	325,3	C SD	16-20	79,0
Sursem	SRM 6620 VT3P	14351	521	4297	334,0	ANO ^{sc} SD	16-18	85,2
Advanta	ADV 8560 T	14290	324	4146	344,7	ANO ^{sc} SD	16	82,0
ACA	Exp 18 MZ 223 VT3P	14257	661	4827	295,3	C SD	16-18	80,8
ACA	480 VT3P	14026	459	3875	362,0	ANO ^{sc} SD	16-18	82,2
Dow	507 PW	13825	461	3533	391,3	AN SD	16-18	81,2
Stine	MST 120 - 19 Bt	13621	460	3944	345,3	C-SD	16	81,1
Illinois	I 797 VT3P	13288	538	4101	324,0	C SD	doce-16	85,2
ACA	Exp 18 MZ 235 VT3P	13277	513	4396	302,0	C SD	14-16	82,2
Advanta	ADV 8319 MGRR2	13198	666	5077	259,9	AN-SD	12	80,6
Advanta	ADV 8101 MGRR2	13039	501	3842	339,3	C SD	16-18	79,8

Del mismo modo, en la Figura 5 se presentan los rendimientos como porcentual respecto del testigo, y la humedad de cosecha del experimento. El rendimiento mínimo representó un 19,8 % del máximo.

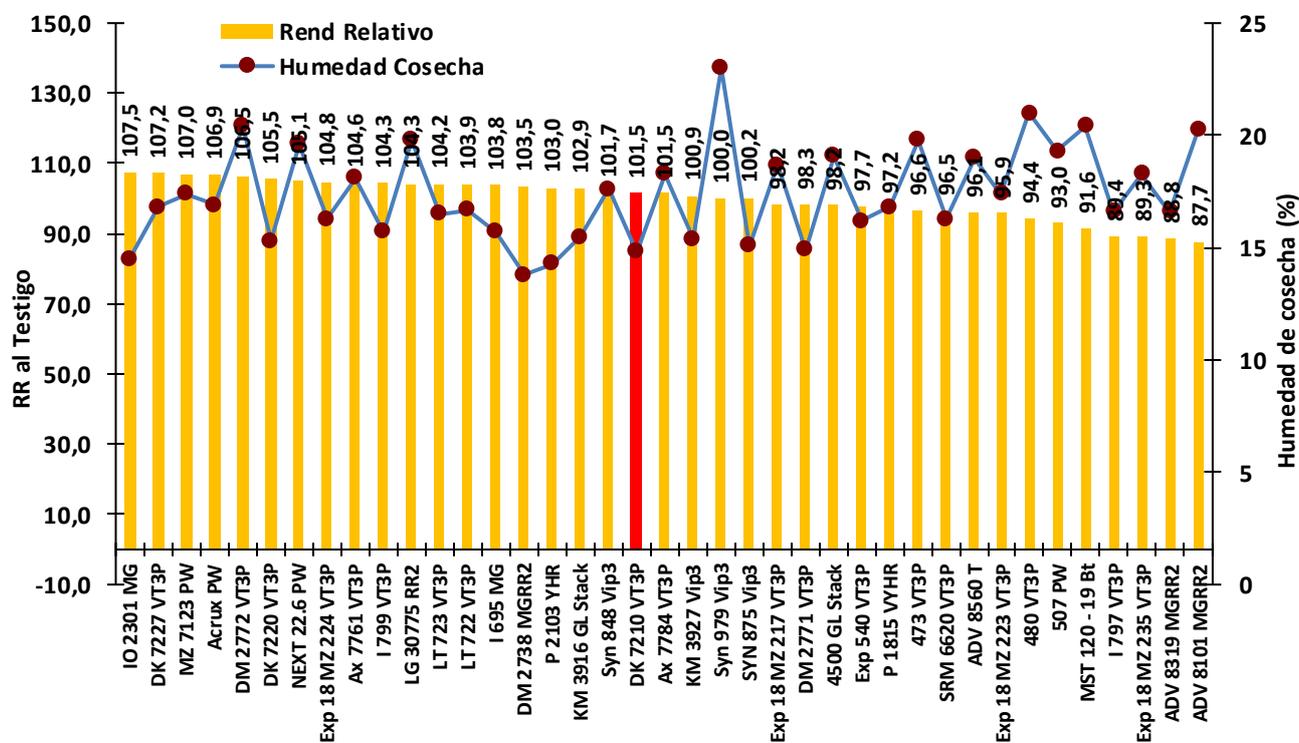


Figura 5: Rendimiento relativo al testigo (Rendimiento híbrido x 100/ rendimiento testigo) y humedad de cosecha de los híbridos evaluados. Ensayo Colón, red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2018/19.

En la Figura 6 y Tabla 6 se analizan las relaciones entre rendimiento y las variables cuantitativas de cada uno de los materiales evaluados. Los autovectores de la Figura 6 representan las variables y los puntos azules los cultivares. Cuanto más agudo es el ángulo entre 2 vectores, más fuerte es la asociación positiva entre las variables que representan. En cambio, si el ángulo es cercano a 180° la asociación es fuerte pero inversa. Ángulos rectos representan variables no relacionadas entre sí. La longitud del vector está asociado con la desviación standard de la variable: Cuando las longitudes de los vectores son equivalentes el gráfico sugiere contribuciones similares de las variables que representan. Igualmente, las observaciones (cultivares, puntos azules) que se grafican en una misma dirección que una variable (puntos amarillos) podría tener valores relativamente altos para esta y valores bajos en variables que se grafican en dirección opuesta.

En este gráfico, el eje horizontal discrimina los componentes y subcomponentes del rendimiento, mientras que el eje vertical clasifica sobre la base de humedad, estructura de la planta, densidad y sanidad. Según este análisis, el rendimiento (Rend) se asoció positivamente con GE y moderadamente con NG. Los cultivares de alto rendimiento en general mostraron severidad de Roya común de maíz (%). Asimismo, se determinó correlación negativa con altura de planta (AP), altura de inserción de espiga (AIE) – estas dos, probablemente por su predisposición a generar plantas volcadas-, Vuelco (V%), peso hectolítrico (PH), Fecha de floración masculina (FVt) y floración femenina (FR1). La prolificidad (IP) no estuvo asociada a rendimiento. Humedad a cosecha (H%), peso de granos (PG) stand de plantas (PL) y quebrado (Q%) fueron más bien neutrales.

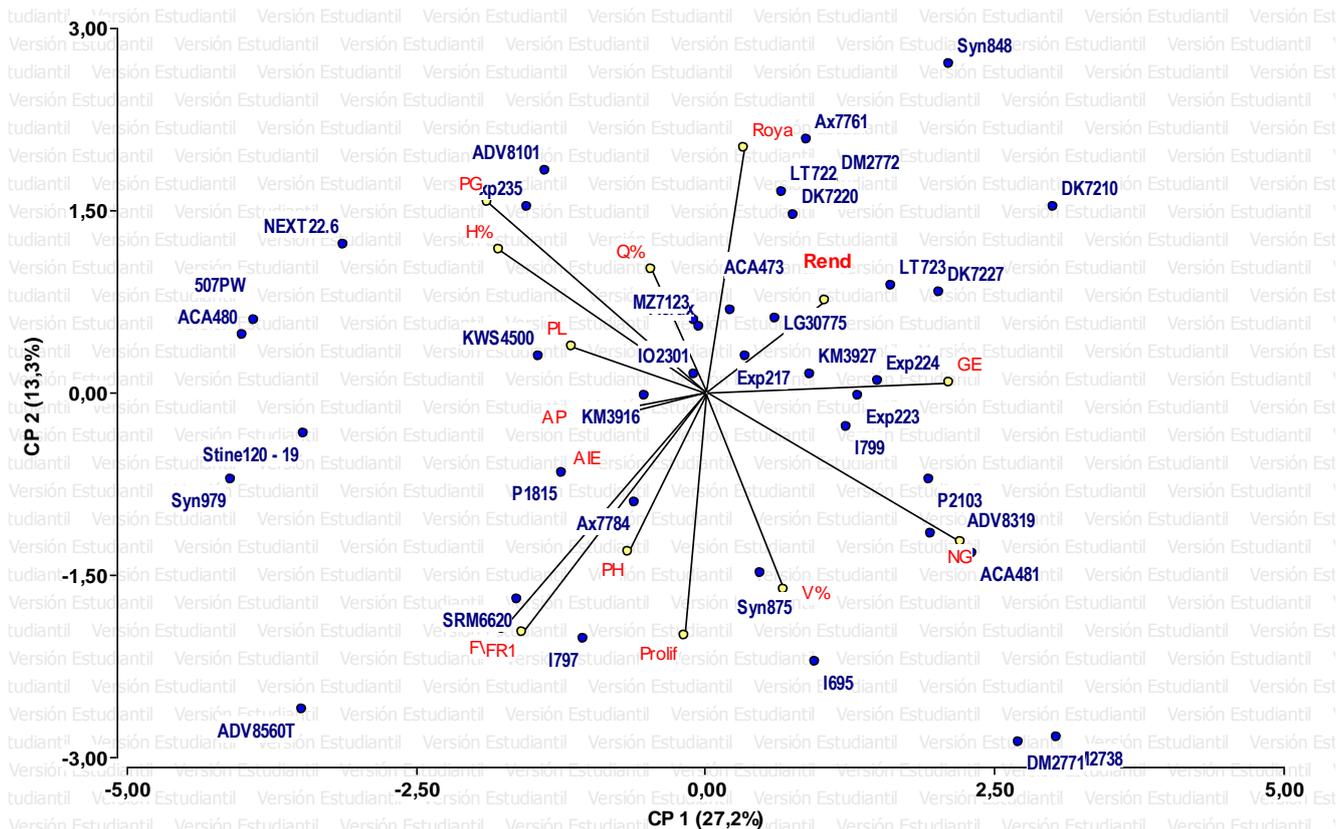


Figura 6: Relación entre variables cuantitativas evaluadas en el ensayo. PL=densidad, AP= Altura de plantas, AIE= altura de inserción de espiga, Rend=Rendimiento kg ha^{-1} , Prolif= Índice de prolificidad, NG=granos m^{-2} , PG=Peso individual de granos, GE= granos espiga, Humedad= Humedad a cosecha (%), Roya=Severidad de Roya, V%=Vuelco, FVt= Fecha de floración masculina, FR1= Fecha de floración femenina.

Un agrupamiento por *clusters* o *conglomerados* destaca las estrategias diferenciales entre cultivares ya mencionadas en la Figura 6. Se agrupan cultivares prolíficos, otros de alto PG y los que generan un elevado número de GE (Figura 7). La Figura 8 agrupa los cultivares por niveles de rendimientos diferenciando cinco agrupamientos, desde los de mayor a menor productividad. Se diferencia un gran grupo de 17 cultivares de rendimiento superior (arriba, conectores verdes), cuyas diferencia es de tan sólo un 4,6!, y según este análisis no serían diferencias estadísticas.

Finalmente, la Figura 9 muestra que el rendimiento guardó proximidad con NG y GE (Figura 9).

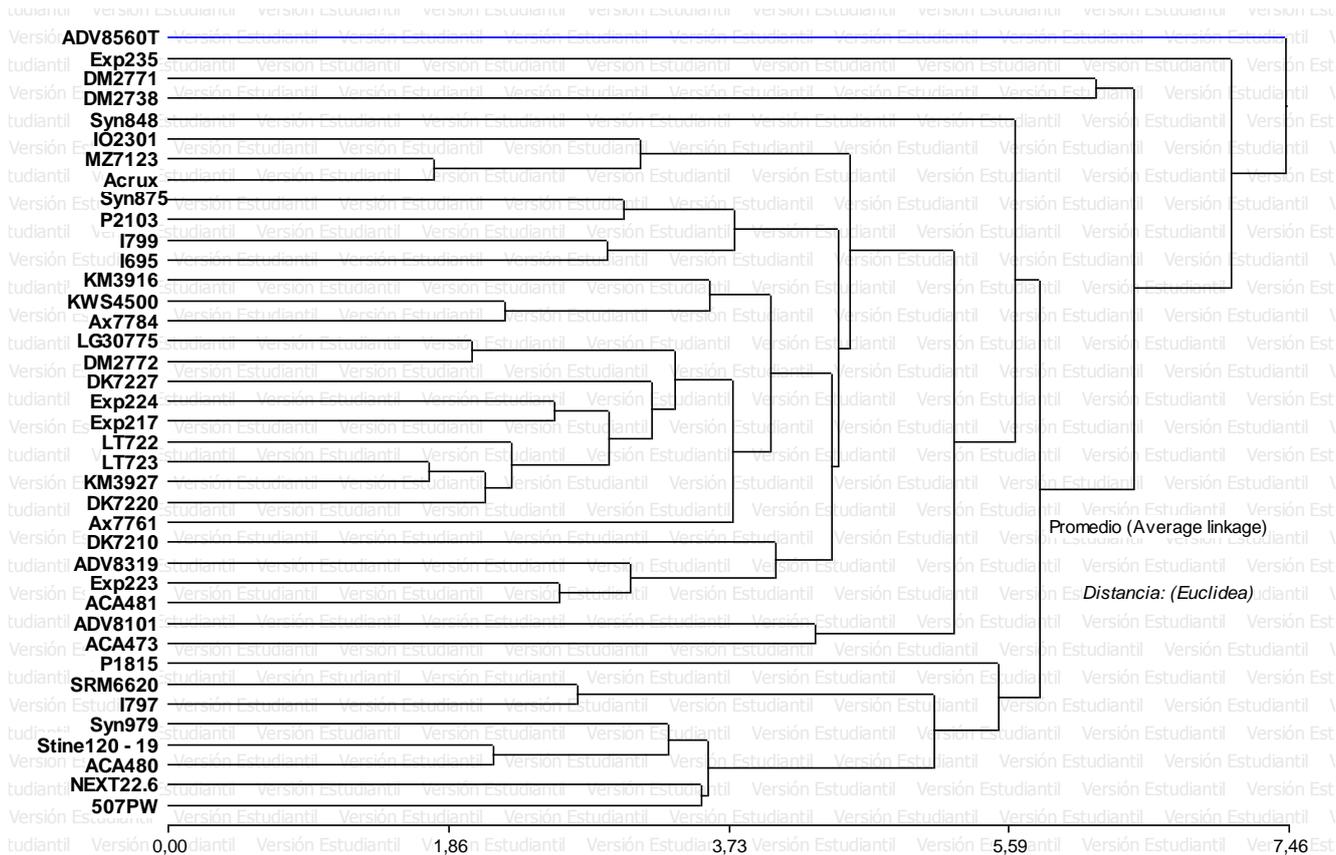


Figura 7: Análisis de conglomerados analizando la distancia Euclídea entre diferentes cultivares considerando todas las variables agronómicas evaluadas en el experimento. A mayor proximidad, mayor similitud en la comportamiento agronómica de los cultivares involucrados.

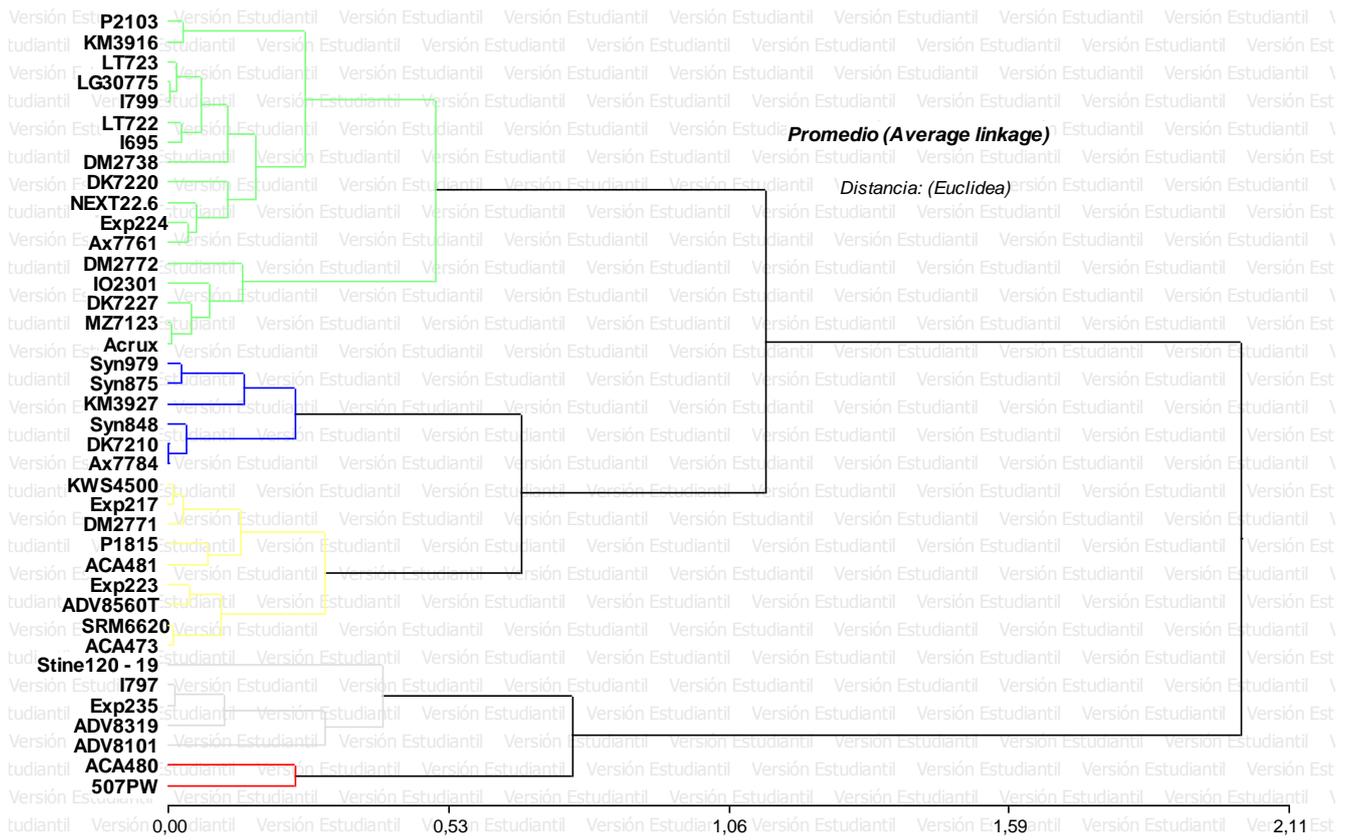


Figura 8: Análisis de conglomerados analizando la distancia Euclídea entre diferentes cultivares en función de su rendimiento. Los cultivares del agrupamiento superior integran un conjunto de mayor rendimiento.

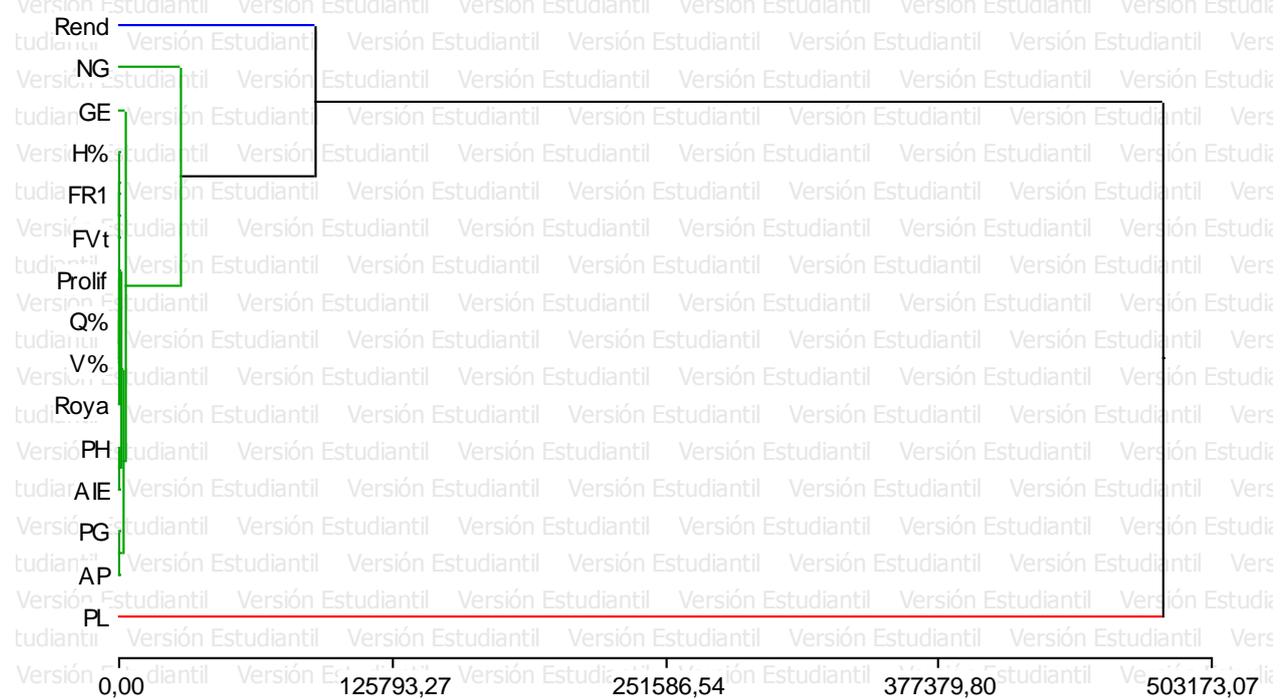


Figura 9: Análisis de conglomerados relacionando el rendimiento y sus componentes, promedio de todos los cultivares, en función de su proximidad.

CONSIDERACIONES FINALES

- En el área de influencia de la localidad de Colón (BA), el ciclo agrícola 2018/19 presentó un clima favorable, con precipitaciones totales muy altas, aunque con lluvias de una intensidad alta y frecuente, predisponiendo a la lixiviación de N. La radiación también fue limitada, a partir de su coeficiente fototermal.
- El rendimiento medio del experimento fue de 14864 kg ha⁻¹ con un máximo de 15984 kg ha⁻¹ y un rango de 2945 kg ha⁻¹ entre máximo y mínimo. Estos representan valores altos en comparación con la serie histórica, y ligeramente por encima de los también muy buenos rendimientos obtenidos en la localidad y en campos vecinos en la presente campaña.
- La presencia de adversidades bióticas alcanzó valores dispares. La presencia de *Helicoverpa* fue muy baja. Sin embargo, se incrementó la severidad de Roya común en comparación con campañas precedentes, siendo la única enfermedad relevante de la campaña. En la región sobre cultivos sin protección a insectos, se determinó presencia y daño de *Diatraea saccharalis*, aunque no en el experimento. Se observó vuelco, el cual correlacionó negativamente con rendimiento.
- Bajo diferentes aproximaciones, la obtención de altos rendimientos estuvo asociado con un alto número de granos espiga¹ (espigas grandes), granos m⁻², baja altura e inserción de espiga que determinaron menor severidad de vuelco, con precocidad a floración. Varios de estos caracteres sostienen una correlación positiva con rendimiento campaña tras campaña, lo que los convierte en indicadores tempranos de buena aptitud productiva.

Bibliografía consultada

- Bleicher, J. Níveis de resistência a *Helminthosporium turcicum* Pass. Em três ciclos de seleção em milho pipoca (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1988. 130p. Tese (Doutorado) - ESALQ – SP, 1988.
- Chen, K., Camberato, J. J., Tuinstra, M. R., Kumudini, S. V., Tollenaar, M., & Vyn, T. J. (2016). Genetic improvement in density and nitrogen stress tolerance traits over 38 years of commercial maize hybrid release. *Field Crops Research*, 196, 438-451.
- Duvick, D. N. (2005). Genetic progress in yield of United States maize (*Zea mays* L.). *Maydica*, 50(3/4), 193.
- Elmore R., L. Abendroth and G. Cummins. 2006. "Green Snap in Iowa". *Integrated Crop Management (ICM) N° 496 (19): 199 – 200*. Iowa State University.
- Fawcett, J., Weaver, A., Koopman, Z., Schnabel, M., & Rogers, J. (2018). On-Farm Corn and Soybean Variety Demonstration Trials. *Farm Progress Reports*, 2017(1), 7.
- Ferraris, GN. y F. Mousegne. 2017. Caracterización y evaluación comparativa de cultivares de maíz en la localidad de Colón (BA). pp 14-19. *Revista de Tecnología Agropecuaria: Vol. 10 N° 33. Agosto 2017*.
- Ferraguti, F., J. Castellarín, J.C. Papa y D. Rubin. 2010. ¿Qué es el Green Snap o quebrado en verde del tallo del maíz? Para mejorar la Producción, *INTA EEA Oliveros*. 44: 53-57
- González, M. 2000. First Report of Virulence in Argentine Populations of *Puccinia sorghi* to Rp Resistance Genes in Corn. *Plant Diseases* Vol 84:921.
- Grassini, P., Specht, J. E., Tollenaar, M., Ciampitti, I., & Cassman, K. G. (2015). High-yield maize-soybean cropping systems in the US Corn Belt. In *Crop Physiology (Second Edition)* (pp. 17-41).
- Rienzo, J. A. D., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2016). *InfoStat versión 2016*. Córdoba, InfoStat Group, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. URL <http://www.infostat.com.ar>, 30.
- Lobell, D. B., Roberts, M. J., Schlenker, W., Braun, N., Little, B. B., Rejesus, R. M., & Hammer, G. L. (2014). Greater sensitivity to drought accompanies maize yield increase in the US Midwest. *Science*, 344(6183), 516-519.
- Peterson, R.F.; F.A. Campbell; A.E. Hannah. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal Research* 26: 496-500.
- Ritchie, S. and J. Hanway. 1993. How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. Disponible on line www.iastate.edu

- Xu, H., Twine, T. E., & Girvetz, E. (2016). Climate change and maize yield in Iowa. PloS one, 11(5), e0156083.

Agradecimientos:

A los criaderos participantes por el interés demostrado y su confianza en nuestro trabajo.

A los contratistas que colaboraron con la siembra, protección y cosecha del experimento.