



CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN COMPARATIVA DE CULTIVARES DE MAÍZ EN LA LOCALIDAD DE COLÓN (BS AS). CAMPAÑA 2020/21

INTA EEA Pergamino

Ings. Agrs. (MSc) Gustavo N. Ferraris & Fernando J. Mousegne

INTA EEA Pergamino. Av. Frondizi km 4,5 B2700WAA Pergamino

ferraris.gustavo@inta.gob.ar

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 seco y frío durante la primavera, pero con una recomposición de las precipitaciones en el período crítico.

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

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló en el extremo este de la localidad de Wheelwright, lindero al partido de Colón, sobre un suelo Serie Hughes, 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 18 de septiembre, en siembra directa a una densidad de 80000 semillas ha⁻¹ e hileras espaciadas a 0,525 m. Se sembraron 46 materiales diferentes en franjas con testigo apareado cada 3 cultivares.

De acuerdo con el diagnóstico realizado a partir del análisis de suelo, el cultivo fue fertilizado con una mezcla MAP-Mes Zn (12-17-10-Zn1) 150 kg/ha en línea de siembra y 150 kg/ha de urea granulada (46-0-0) incorporados en el entresurco, también en la siembra. Luego, en el estado V4 (Ritchie and Hanway, 1993) el día 22 de Octubre se aplican 120 kg/ha de urea granulada (46-0-0) + 30 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 1312 m² en cada una de ellas al momento de evaluar el experimento, el día 23 de Marzo.

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

$$\text{Rendimiento corregido híbrido A} = \text{rendimiento medio testigo} * (\text{Rendimiento híbrido A} / (i/3 \text{ rtest}_j + j/3 \text{ rtest}_i))$$

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	Fósforo (ppm)	M.O. %	pH	N(NO3) (ppm) ss	N total suelo kg/ha 0-60	S.sulfatos 0-20(ppm)	Zinc (ppm)	Humedad Suelo 150 cm	Condición física
0-20 cm	17,1	3,42	5,4	17,3		5,2	0,32	172 mm	
20-40 cm				7,2	73,6			buena	Muy buena

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 anthesis (Estado R2-R3). De igual manera se calificó el vigor de crecimiento y el nivel de cobertura a floración, en alto, medio y bajo.

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 experimental durante el ciclo de cultivo. En la Figura 2 se presenta un balance hídrico con datos de la EEA INTA Pergamino. Por último, en la Figura 3 se describen las temperaturas máximas y mínimas con relación a la media histórica. El almacenaje inicial fue limitado (114 mm), a causa de un final de invierno y comienzo de primavera muy secos. La escasez de lluvias se mantuvo hacia anthesis y durante el llenado de los granos (Figura 1), agotando la humedad de los suelos (Figura 2). Particularmente la floración, acontecida en la segunda década de diciembre, transcurrió con muy escasas precipitaciones (Figura 1) y elevadas temperaturas (Figura 3).

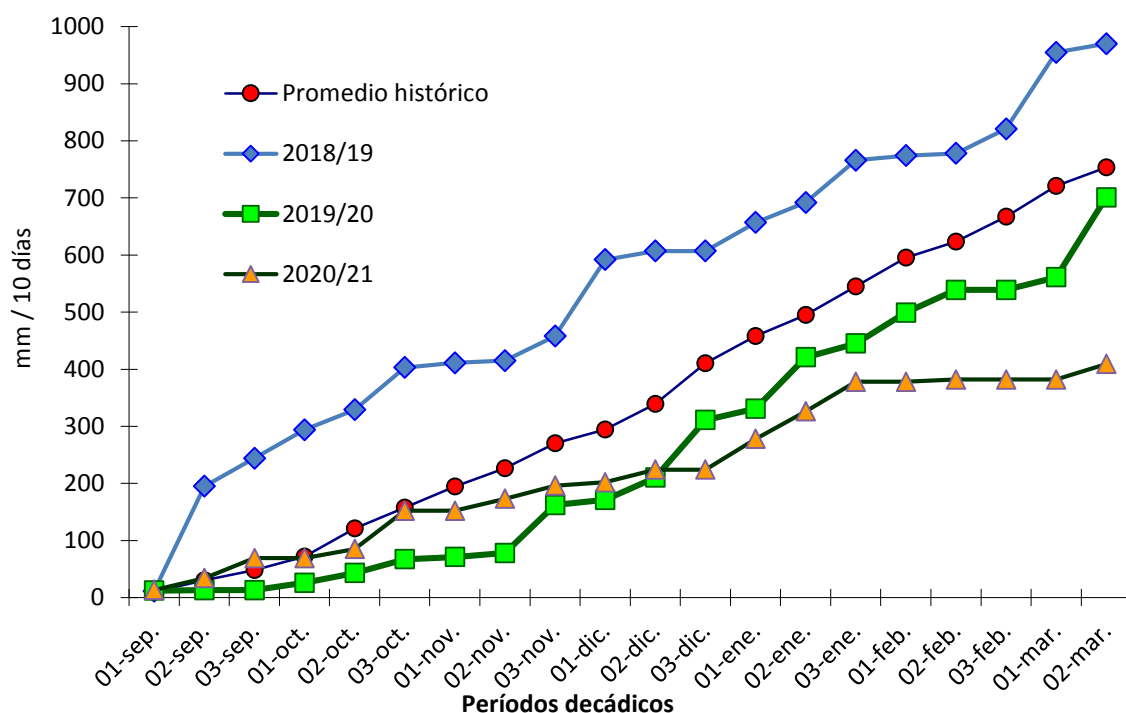


Figura 1: Precipitaciones decádicas del ciclo 2020-21, y su comparación con las dos campañas previas y la media histórica. Maíz, localidad de Wheelwright. Agua útil inicial (150 cm) 172 mm. Precipitaciones totales durante el ciclo 375 mm.

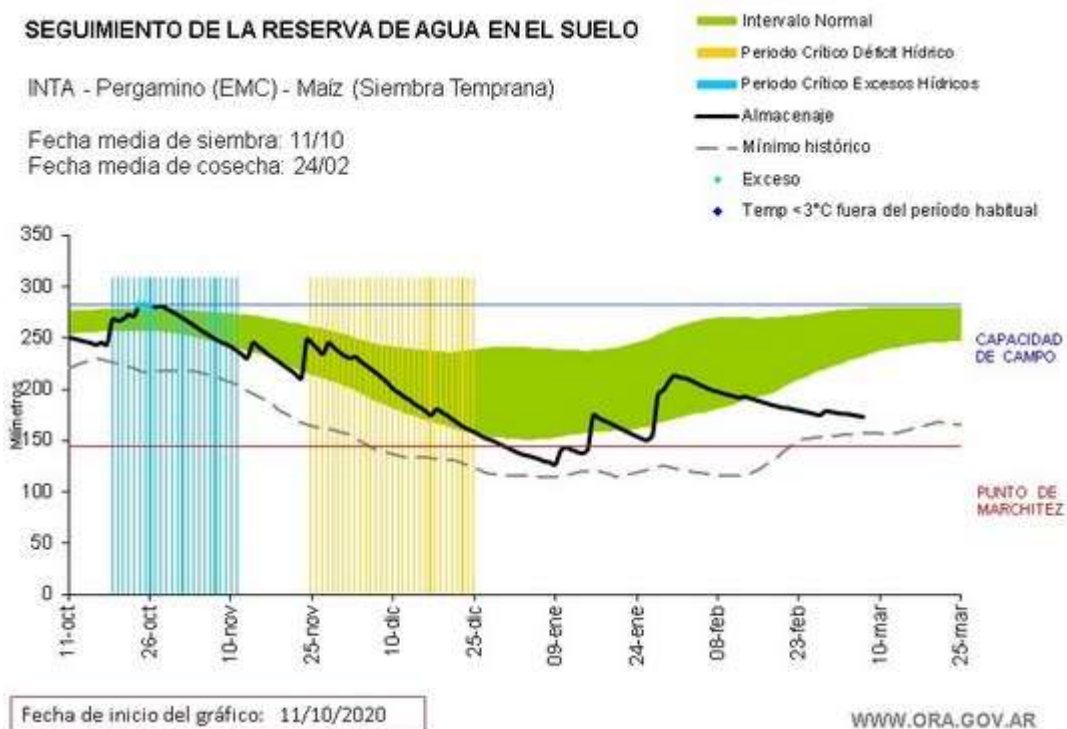


Figura 2: Evolución de la disponibilidad hídrica en el suelo en un cultivo de maíz durante la campaña 2020/21. En nivel de almacenaje fue muy restringido desde diciembre, cercano al mínimo histórico y al punto de marchite permanente (PMP). Elaborado por la Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) a partir de datos de la EEA Pergamino.

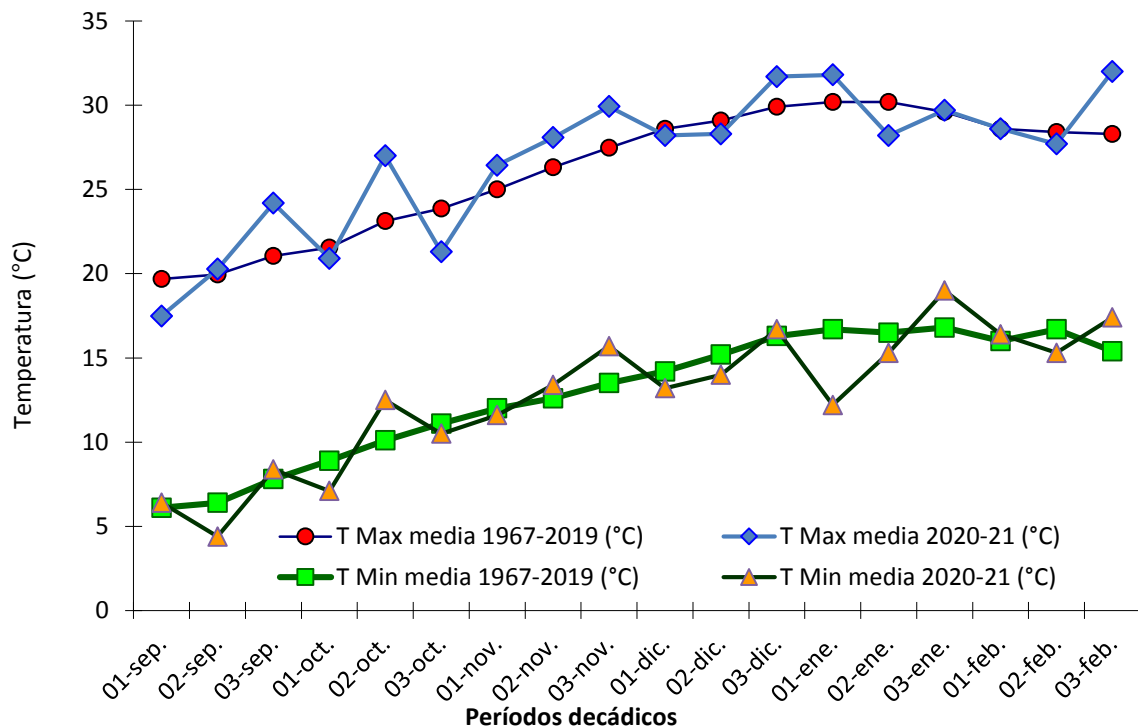


Figura 3: Temperaturas decádicas del ciclo 2020/21, comparadas al valor histórico 1967-2019. La temperatura máxima media fue superior a la histórica en 0,6 °C, y la mínima media inferior en 0,2 °C. Datos de la EEA INTA Pergamino.

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. Toda la fenología se observó retrasada en comparación con otras campañas. El porte y acumulación de biomasa fueron contenidos, como consecuencia de una primavera fría y seca (Tabla 2). Los materiales de mayor porte y ciclo completo alcanzaron antes y con mayor facilidad el área foliar crítica.

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 2020/21.

Empresa	Híbrido	PL (plantas/ha)	AP (cm)	AIE (cm)	Fecha Fl Masculina (Vt)	Fecha Fl Femenina (R1)
Bayer	DK 7272 VT3P	85714	230	95	22-dic	23-dic
Syngenta	NK 979 Vip3	79365	240	110	23-dic	24-dic
ACA	473 VT3P	79365	230	105	22-dic	23-dic
Illinois	I 799 VT3P	79365	230	85	22-dic	23-dic
Bayer	DK 7210 VT3P	76190	230	105	21-dic	22-dic
Brevant	NEXT 22.6 PWU	76985	220	100	20-dic	21-dic
Bayer	DK 7220 VT3P	79365	210	90	21-dic	22-dic
KWS	KM 3916 Vip 3	76190	240	105	20-dic	21-dic
Illinois	I 695 MG	76190	240	105	21-dic	22-dic
ACA	470 VT3P	82540	225	80	20-dic	21-dic
Pioneer	P 2021 PWU	82540	210	100	22-dic	23-dic
ACA	476 VT3P	79365	230	105	23-dic	24-dic
Brevant	Brv 8380 PWU	76190	210	100	18-dic	21-dic
La Tijereta	LT 723 VT3P	82540	220	90	19-dic	20-dic
Advanta	8122 VT3P	73016	235	105	22-dic	23-dic
Illinois	I 797 VT3P	69841	220	120	23-dic	24-dic
Pioneer	P 1815 VYHR	82540	180	90	22-dic	23-dic
Pioneer	P 2167 VYHR	76190	200	80	19-dic	20-dic
Bayer	DK 7330 VT3P	73016	225	90	19-dic	20-dic
Syngenta	NK 890 Vip3	76190	230	100	23-dic	24-dic
Don Mario	DM 2772 VT3P	79365	230	100	22-dic	23-dic
Syngenta	NK 897 Vip3	82540	230	105	23-dic	24-dic
Macroseed	MZ 7123 PW	66667	230	110	20-dic	21-dic
Advanta	8413 Vip3	79365	200	70	19-dic	20-dic
Don Mario	DM 2738 MGRR2	73016	195	90	22-dic	23-dic
LG semillas	SRM 6620 VT3P	79365	230	100	21-dic	22-dic
LG semillas	SRM 6620 MGRR2	66667	210	90	23-dic	24-dic
La Tijereta	LT 721 VT3P	76190	220	90	21-dic	22-dic
Stine	ST Exp 001	73016	230	105	24-dic	25-dic
Don Mario	DM 2773 VT3P	76190	240	90	22-dic	23-dic
ACA	481 VT3P	73016	230	105	20-dic	21-dic
La Tijereta	LT 626 VT3P	63492	245	90	23-dic	24-dic
Advanta	HAV 198977 K	73016	225	85	20-dic	21-dic
Bayer	DK 7270 VT3P	79365	220	105	21-dic	22-dic
ACA	Exp Mz 228VT3P	69841	225	105	23-dic	24-dic
Limagrain	LG 30-680 Vip3	88889	240	95	24-dic	25-dic
AFA	117 VT3P	69841	200	85	19-dic	20-dic
Nord	ACRUX PWU	82540	210	95	21-dic	22-dic
KWS	KM 3927 Vip3	82540	230	105	20-dic	21-dic
ACA	484 VT3P	73016	235	100	23-dic	24-dic
ACA	ExpMz 227 VT3P	73016	210	80	21-dic	22-dic
KWS	KM 4480 VT3P	79365	230	110	22-dic	23-dic
Illinois	I 775 MGRR2	76190	225	95	19-dic	20-dic

No se observó incidencia de *Green Snap*, algo propio de un año seco (Elmore et al., 2006; Ferragutti et al., 2010)(Tabla 3). Se registró baja presión de Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*), con un comportamiento ligeramente diferencial entre materiales (Tabla 4). La presencia de tizón y enfermedades de base de tallo fue prácticamente nula. Al igual que durante la campaña anterior, en la mayoría de los cultivares la intercepción del 95 % de la radiación incidente se mantuvo durante poco

tiempo alrededor de R1. Los valores de NDVI fueron medios a bajos, con un uso muy conservativo de nitrógeno (N) producto de la ausencia de precipitaciones copiosas, la bajante de napas y el balance hídrico ajustado. Las limitaciones al crecimiento fueron superiores a las de N.

Tabla 3: Porcentaje de vuelco y quebrado, vuelco de espiga, planta verde a cosecha y algunas características de conformación de planta y espiga de los materiales evaluados. Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2020/21.

Empresa	Híbrido	Plantas volcadas a cosecha (%) (*)	Plantas quebradas a cosecha (%) (*)	Inclinación espiga a cosecha (**)	Planta verde (Stay green) (**)	Vigor planta	Cobertura
Bayer	DK 7272 VT3P	0	0	no	alto	Alto	Media
Syngenta	NK 979 Vip3	0	0	no	medio	Muy alto	Alta
ACA	473 VT3P	0	0	no	no	Alto	Media
Illinois	I 799 VT3P	0	0	no	no	Alto	Media
Bayer	DK 7210 VT3P	0	0	no	no	Medio	Media
Brevant	NEXT 22.6 PWU		0	no	no	Alto	Media
Bayer	DK 7220 VT3P	0	0	no	no	Alto	Media
KWS	KM 3916 Vip 3	0	0	no	no	Alto	Media baja
Illinois	I 695 MG	0	0	si	si	Media	Alta
ACA	470 VT3P	0	0	no	no	Alta	Media
Pioneer	P 2021 PWU	0	0	no	no	Media	Alta
ACA	476 VT3P	0	0	si	si	Media Alta	Alta
Brevant	Brv 8380 PWU	2	0	no	medio	Media Alta	Media
La Tijereta	LT 723 VT3P	0	0	no	no	Media	Alta
Advanta	8122 VT3P	0	0	no	no	Alta	Alta
Illinois	I 797 VT3P	5	0	no	ligero	Alta	Media
Pioneer	P 1815 VYHR	0	0	no	no	Media	Media
Pioneer	P 2167 VYHR	1	0	no	medio	Media	Media
Bayer	DK 7330 VT3P	0	0	no	no	Alta	Alta
Syngenta	NK 890 Vip3	2	0	no	no	Alta	Alta
Don Mario	DM 2772 VT3P	0	0	no	no	Alta	Media
Syngenta	NK 897 Vip3	0	0	no	no	Alta	Muy alta
Macroseed	MZ 7123 PW	0	0	no	no	Alta	Media alta
Advanta	8413 Vip3	0	0	no	no	Alta	Alta
Don Mario	DM 2738 MGRR2	0	0	no	no	Media	Media
LG semillas	SRM 6620 VT3P	0	0	no	no	Alta	Alta
LG semillas	SRM 6620 MGRR2	0	0	no	no	Alta	Media
La Tijereta	LT 721 VT3P	0	0	no	no	Alta	Media
Stine	ST Exp 001	0	0	no	no	Alta	Alta
Don Mario	DM 2773 VT3P	0	0	no	no	Alta	Media
ACA	481 VT3P	2	0	no	no	Media	Media Alta
La Tijereta	LT 626 VT3P	0	0	no	no	Alta	Media
Advanta	HAV 198977 K	0	0	no	no	Alta	Alta
Bayer	DK 7270 VT3P	0	0	no	ligero	Alta	Media
ACA	Exp Mz 228VT3P	1	0	no	no	Media	Media
Limagrain	LG 30-680 Vip3	0	0	no	no	Alta	Alta
AFA	117 VT3P	0	0	no	no	Media	Media
Nord	ACRUX PWU	0	0	no	medio	Media	Media
KWS	KM 3927 Vip3	0	0	no	no	Media	Media
ACA	484 VT3P	0	0	no	no	Alta	Media
ACA	ExpMz 227 VT3P	0	0	no	no	Media	Alta
KWS	KM 4480 VT3P	2	0	no	no	Alta	Alta
Illinois	I 775 MGRR2	0	0	no	no	Media	Alta

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

(**) Evaluado 15 días antes de cosecha, con testigo con 20 % de Humedad.

En la Tabla 4 se presentan los valores de severidad para Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). La enfermedad alcanzó niveles bajos. No se observó tizón a excepción de trazas en etapas tardías, luego de las lluvias abundantes de enero. La presencia de tizón foliar fue prácticamente ausente en esta fecha de siembra. La afectación por isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*) en siembra temprana 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*), prolificidad y algunas características salientes de las espigas. Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento, INTA Pergamino, campaña 2020/21. Roya y tizón están expresados como severidad %.

Empresa	Híbrido	Roya común (severidad %)	Tizón foliar (severidad %)	IP	Características de espiga	
					Nº hileras	Punta de espiga
Bayer	DK 7272 VT3P	3	0	1	14-16	C
Syngenta	NK 979 Vip3	2	trazas	0,96	18-20	LI
ACA	473 VT3P	3	0	1	18-20	LI
Illinois	I 799 VT3P	1,5	0	0,92	16-20	C
Bayer	DK 7210 VT3P	2,5	0	1	14-16	LI
Brevant	NEXT 22.6 PWU	1,5	0	1	16	LI
Bayer	DK 7220 VT3P	3	0	1	16	LI
KWS	KM 3916 Vip 3	3,5	0	1	14	LI
Illinois	I 695 MG	0,5	0	0,96	14-16	C
ACA	470 VT3P	4	0	1	12	C
Pioneer	P 2021 PWU	2	0	1	14-16	MI
ACA	476 VT3P	3,5	0	1	16-18	LI
Brevant	Brv 8380 PWU	1	0	0,96	14-16	LI
La Tijereta	LT 723 VT3P	2	0	1	14	LI
Advanta	8122 VT3P	1,5	0	1	14-16	C
Illinois	I 797 VT3P	trazas	0	1	12--14	C
Pioneer	P 1815 VYHR	trazas	0	1	14	C
Pioneer	P 2167 VYHR	3	0	1	14-16	LI
Bayer	DK 7330 VT3P	2	0	1	14	C
Syngenta	NK 890 Vip3	2	0	1	14-16	LI
Don Mario	DM 2772 VT3P	1	0	1	18	LI
Syngenta	NK 897 Vip3	2	0	0,96	14-16	C
Macroseed	MZ 7123 PW	1,5	0	1	14-16	LI
Advanta	8413 Vip3	2	0	0,96	14-16	LI
Don Mario	DM 2738 MGRR2	5	0	1,09	16	C
LG semillas	SRM 6620 VT3P	3	0	1	16	LI
LG semillas	SRM 6620 MGRR2	3	0	1	14-16	C
La Tijereta	LT 721 VT3P	2,5	0	1	14-18	LI
Stine	ST Exp 001	3	0	1	16-18	C
Don Mario	DM 2773 VT3P	2	0	1	14-18	LI
ACA	481 VT3P	3,5	0	0,96	14-16	LI
La Tijereta	LT 626 VT3P	2	0	1,05	16-18	C
Advanta	HAV 198977 K	2	0	1	14-18	C
Bayer	DK 7270 VT3P	0,5	0	0,96	16	LI
ACA	Exp Mz 228VT3P	1	0	1	14-16	LI
Limagrain	LG 30-680 Vip3	2	0	0,93	18	LI
AFA	117 VT3P	3	0	1	14-16	LI
Nord	ACRUX PWU	2	0	1	14-16	LI
KWS	KM 3927 Vip3	2	0	0,96	14-16	LI
ACA	484 VT3P	3	0	1	16	LI
ACA	ExpMz 227 VT3P	1	0	1	14-16	LI
KWS	KM 4480 VT3P	3	0	0,92	14-16	LI
Illinois	I 775 MGRR2	1	0	0,92	14-16	LI

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

Los rendimientos alcanzados en el presente ciclo agrícola fueron elevados aunque reflejando la fuerte restricción hídrica atravesada. La media del experimento fue de 12884, con un máximo de 14223

y mínimo de 11270 kg ha⁻¹. De este modo, la brecha de rendimiento fue de 2953 kg ha⁻¹, tan solo un 20,7 % del rendimiento máximo (Figura 4).

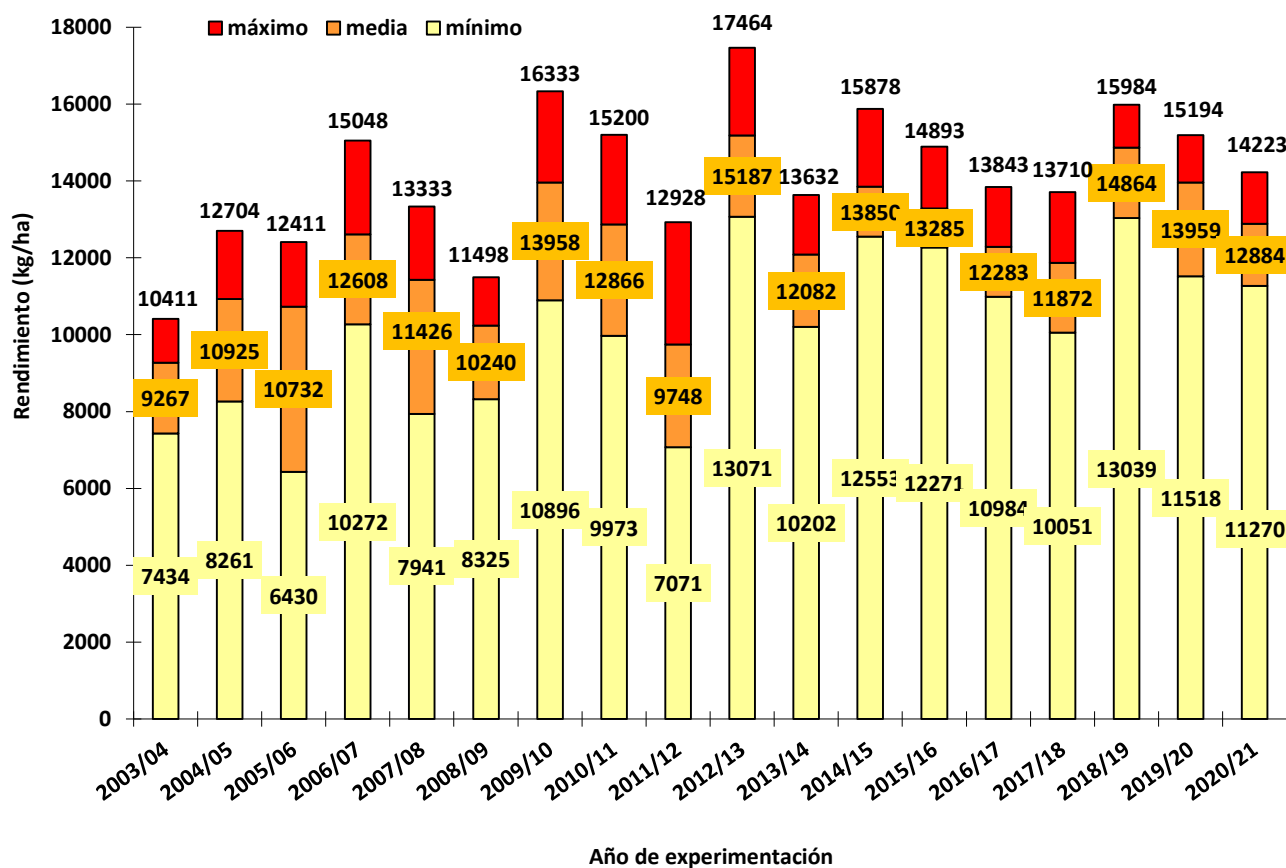


Figura 4: Rendimiento máximo, medio y mínimo según campaña agrícola en los ensayos de cultivares de maíz conducidos en el área de Colón, Buenos Aires entre los ciclos 2003/04 y 2020/21. INTA EEA Pergamino, localidad de Colón.

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 hectolítico, para los diferentes materiales evaluados. Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2020/21.

Empresa	Híbrido	Rendimiento 13,5 % ajustado	Componentes de rendimiento			Calidad grano	
			GE	NG	PG x 1000	Color	PH
Bayer	DK 7272 VT3P	14223	457	3918	360,3	ANSD	75,0
Syngenta	NK 979 Vip3	14092	522	3978	334,2	ANSD	73,9
ACA	473 VT3P	14056	551	4376	324,4	AnOsc SD	79,0
Illinois	I 799 VT3P	13967	574	4194	335,2	AnOscSD	78,1
Bayer	DK 7210 VT3P	13959	548	4177	323,4	ANOsc SD	79,1
Brevant	NEXT 22.6 PWU	13955	585	4504	309,8	ANSD	74,8
Bayer	DK 7220 VT3P	13877	507	4023	337,7	CSD	79,0
KWS	KM 3916 Vip 3	13762	526	4011	342,4	AnOscSD	77,3
Illinois	I 695 MG	13659	556	4061	337,8	CSD	75,8
ACA	470 VT3P	13639	526	4343	311,8	AnOscSD	80,4
Pioneer	P 2021 PWU	13406	482	3982	316,6	ANSD	76,8
ACA	476 VT3P	13314	496	3936	342,8	ANSD	77,1
Brevant	Brv 8380 PWU	13309	552	4031	327,6	ANSD	75,6
La Tijereta	LT 723 VT3P	13309	520	4295	316,3	ANOscSD	78,6
Advanta	8122 VT3P	13302	557	4065	330,5	ANOscSD	79,3
Illinois	I 797 VT3P	13302	570	3983	324,5	ANOsc SD	78,9
Pioneer	P 1815 VYHR	13226	479	3951	339,5	AN SD	78,7
Pioneer	P 2167 VYHR	13056	516	3933	330,5	ANSD	78,7
Bayer	DK 7330 VT3P	12978	595	4012	319,0	ANOscSD	78,5
Syngenta	NK 890 Vip3	12890	482	3675	335,3	ANSD	74,3
Don Mario	DM 2772 VT3P	12956	520	4124	325,0	ANSD	76,1
Syngenta	NK 897 Vip3	12976	587	4662	288,2	AnOscSD	71,8
Macroseed	MZ 7123 PW	12886	617	4116	311,3	ANSD	75,3
Advanta	8413 Vip3	12788	514	3915	322,7	ANSD	76,8
Don Mario	DM 2738 MGRR2	12781	512	4060	322,1	AnOscSD	77,0
LG semillas	SRM 6620 VT3P	12661	481	3814	333,3	ANSD	75,1
LG semillas	SRM 6620 MGRR2	12632	626	4172	311,0	AnOsc SD	70,6
La Tijereta	LT 721 VT3P	12602	518	3947	319,4	ANSD	76,1
Stine	ST Exp 001	12585	587	4286	292,0	ANSD	73,7
Don Mario	DM 2773 VT3P	12536	527	4018	310,8	AnOscSD	74,6
ACA	481 VT3P	12502	556	3882	324,2	ANSD	77,0
La Tijereta	LT 626 VT3P	12448	693	4623	273,5	ANOscSD	75,6
Advanta	HAV 198977 K	12393	656	4792	261,3	ANSD	71,6
Bayer	DK 7270 VT3P	12291	521	3971	323,5	ANSD	75,1
ACA	Exp Mz 228VT3P	12266	525	3668	333,0	CD	77,5
Limagrain	LG 30-680 Vip3	12264	589	4863	251,7	ANSD	77,8
AFA	117 VT3P	12206	580	4054	320,2	ANOsc SD	78,4
Nord	ACRUX PWU	12134	448	3694	336,6	AN SD	74,4
KWS	KM 3927 Vip3	11663	453	3592	313,0	ANSD	76,8
ACA	484 VT3P	11663	490	3575	317,1	CD	76,3
ACA	ExpMz 227 VT3P	11387	457	3336	341,3	ANSD	73,6
KWS	KM 4480 VT3P	11299	492	3592	311,0	ANSD	75,2
Illinois	I 775 MGRR2	11270	502	3505	326,9	ANSD	73,0

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.

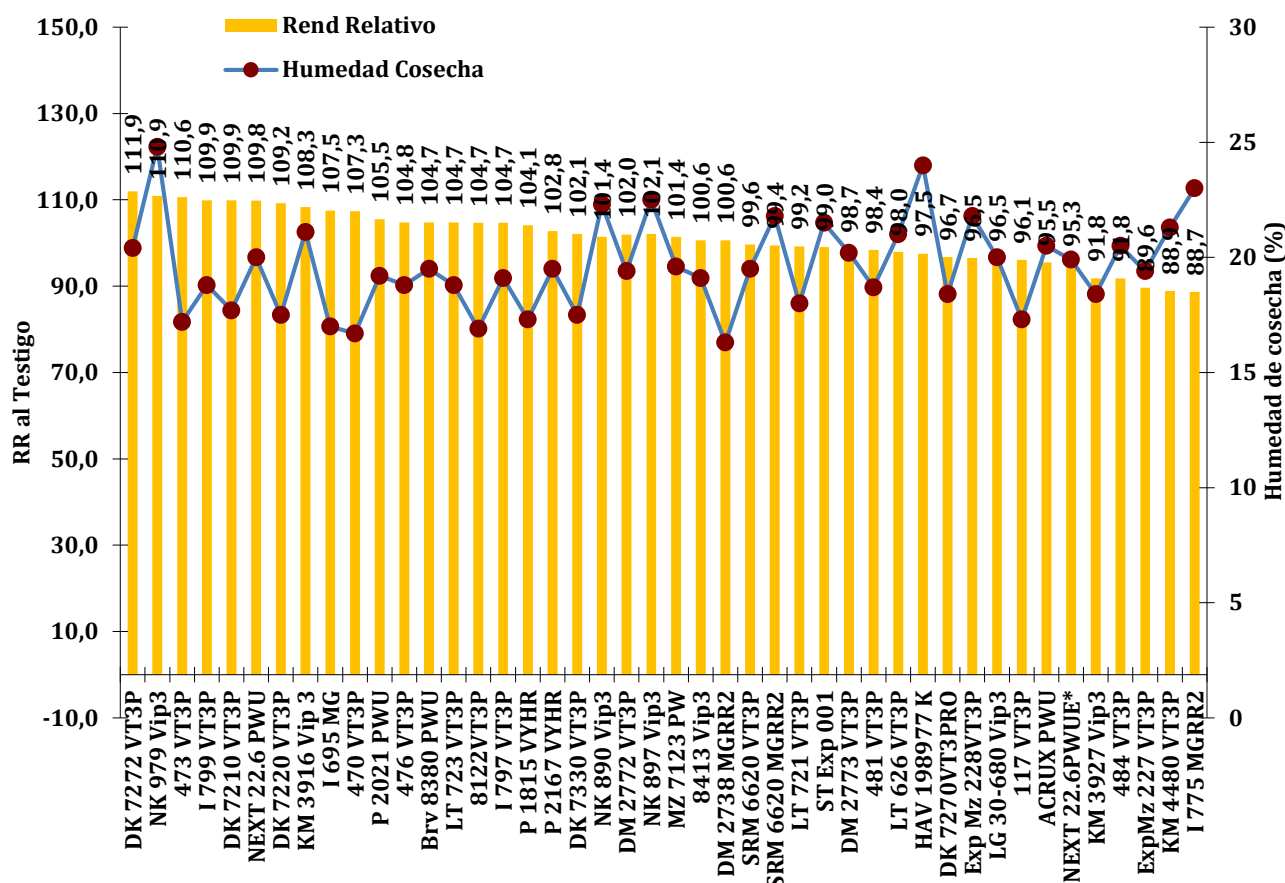


Figura 5: Rendimiento relativo al testigo (Rendimiento híbrido $\times$ 100/ rendimiento testigo) y humedad de cosecha de los híbridos evaluados. Ensayo Colón, red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2020/21.

En la Figura 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 así como factores de calidad de grano, altura y fenología, mientras que el eje vertical clasifica sobre la base de rendimiento, prolificidad, calidad y sanidad. Los factores claves que definen los rendimientos varían entre campañas. Según este análisis, el rendimiento (Rend) se asoció positivamente con la prolificidad (IP), número de granos m^{-2} (NG) y granos espiga $^{-1}$ (GE). Por el contrario, el vuelco (vuelco) presentó una correlación negativa (Figura 6). Otras variables como densidad (Pl), altura de plantas (AP) y fecha de floración (FF) demostraron un comportamiento neutral y escasa asociación con los rendimientos.

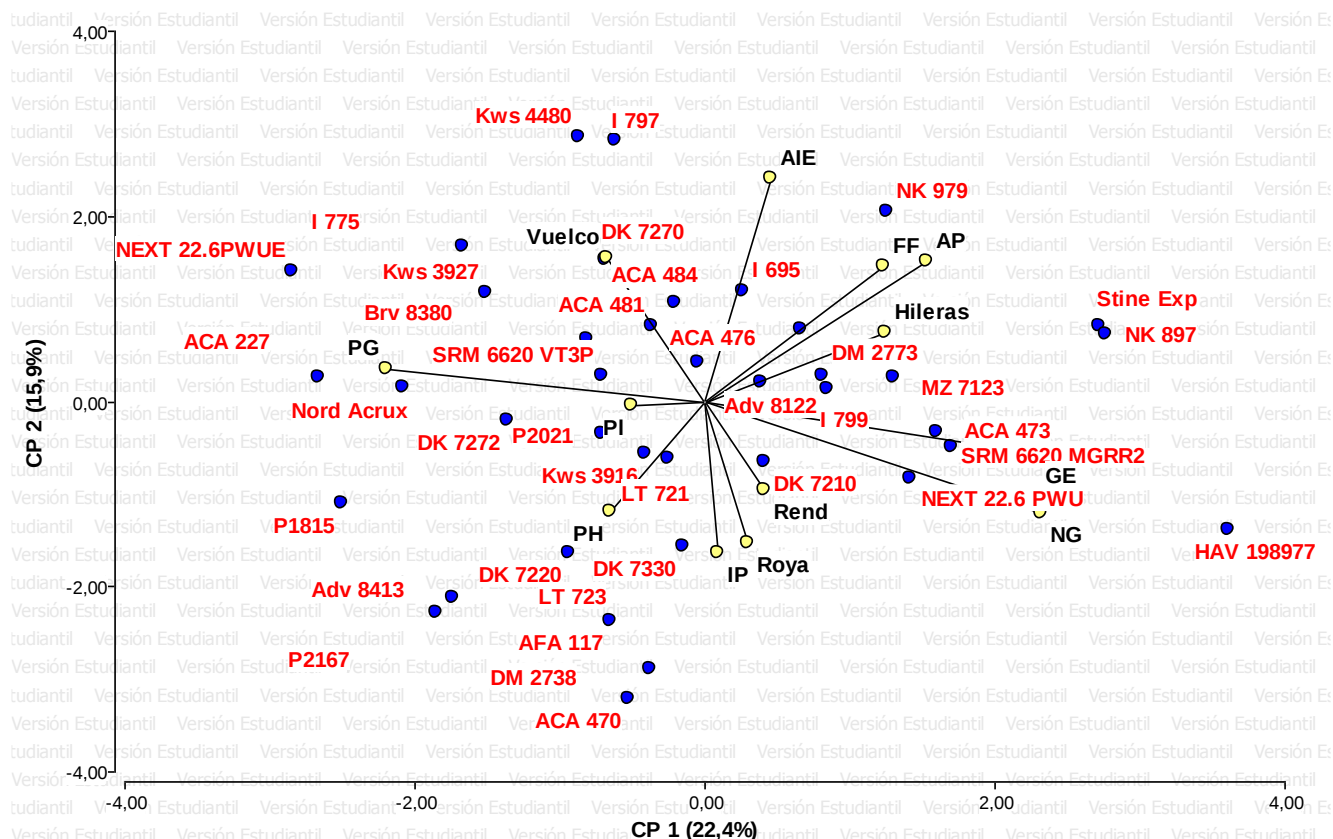


Figura 6: Relación entre variables cuantitativas evaluadas en el ensayo. PL=densidad, AP= Altura de plantas, AIE= altura de inserción de espiga, Rend=Rendimiento kg ha^{-1} , IP= Índice de prolificidad, NG=granos m^{-2} , PG=Peso individual de granos, GE= granos espiga, Royia=Severidad de Royia, V%=Vuelco, FF= 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 NG o GE (Figura 7). La Figura 8 agrupa los cultivares por niveles de rendimientos diferenciando cuatro *clusters* principales. El superior de estos, contiene a 10 cultivares de alto rendimiento, de acuerdo con el ordenamiento detallado en la Tabla 5 y Figura 5. Finalmente, la Figura 9 muestra la proximidad entre el rendimiento y sus componentes y subcomponentes. De acuerdo con este análisis, el número de plantas es la variable más alejada de los rendimientos, evidenciando una profundización del estrés hídrico (Figura 9).

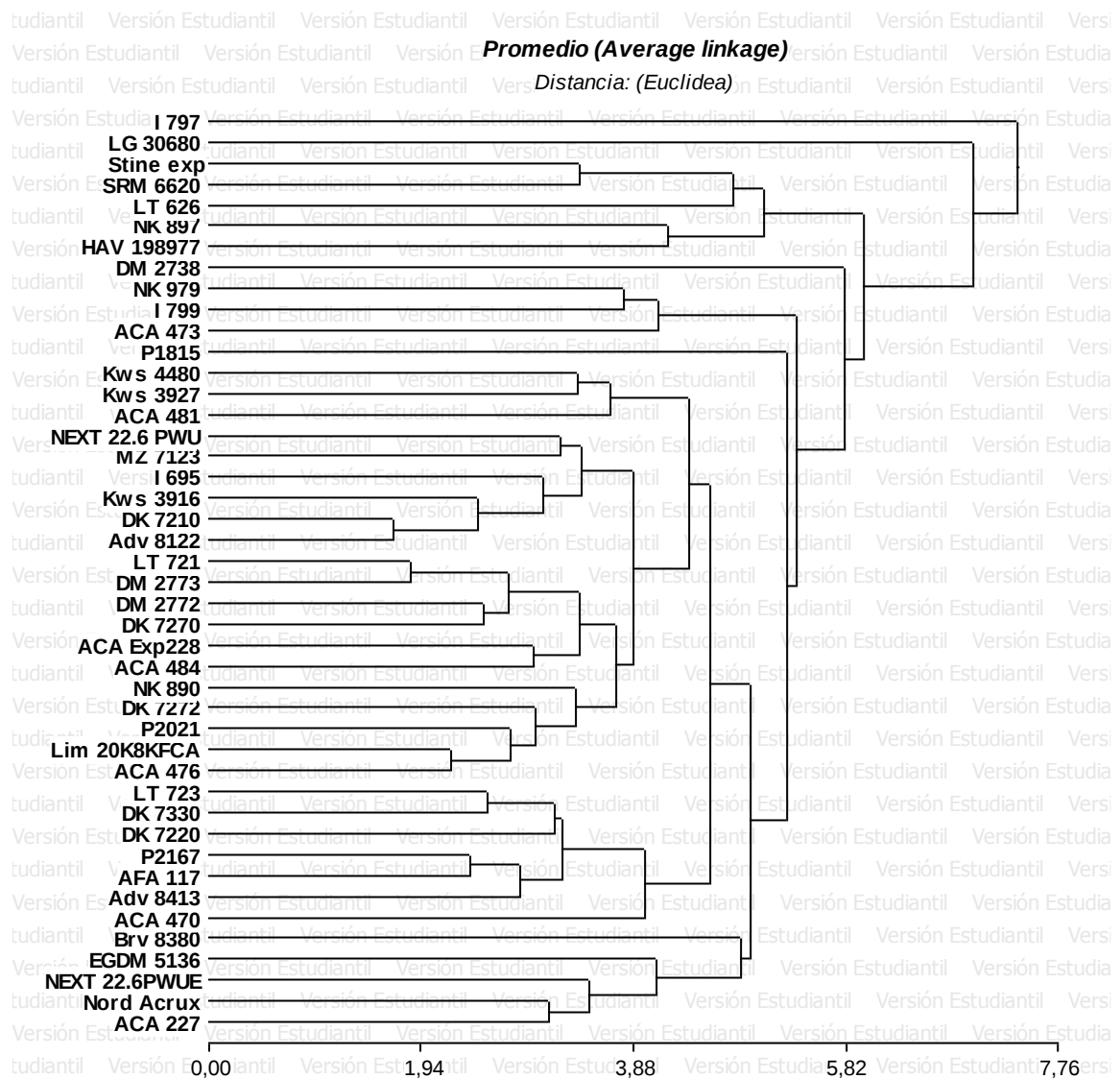


Figura 7: Análisis de conglomerados analizando la distancia Euclidea entre diferentes cultivares considerando todas las variables agronómicas evaluadas en el experimento. A mayor proximidad, mayor similitud en la comportamiento agronómica de los cultivares involucrados.

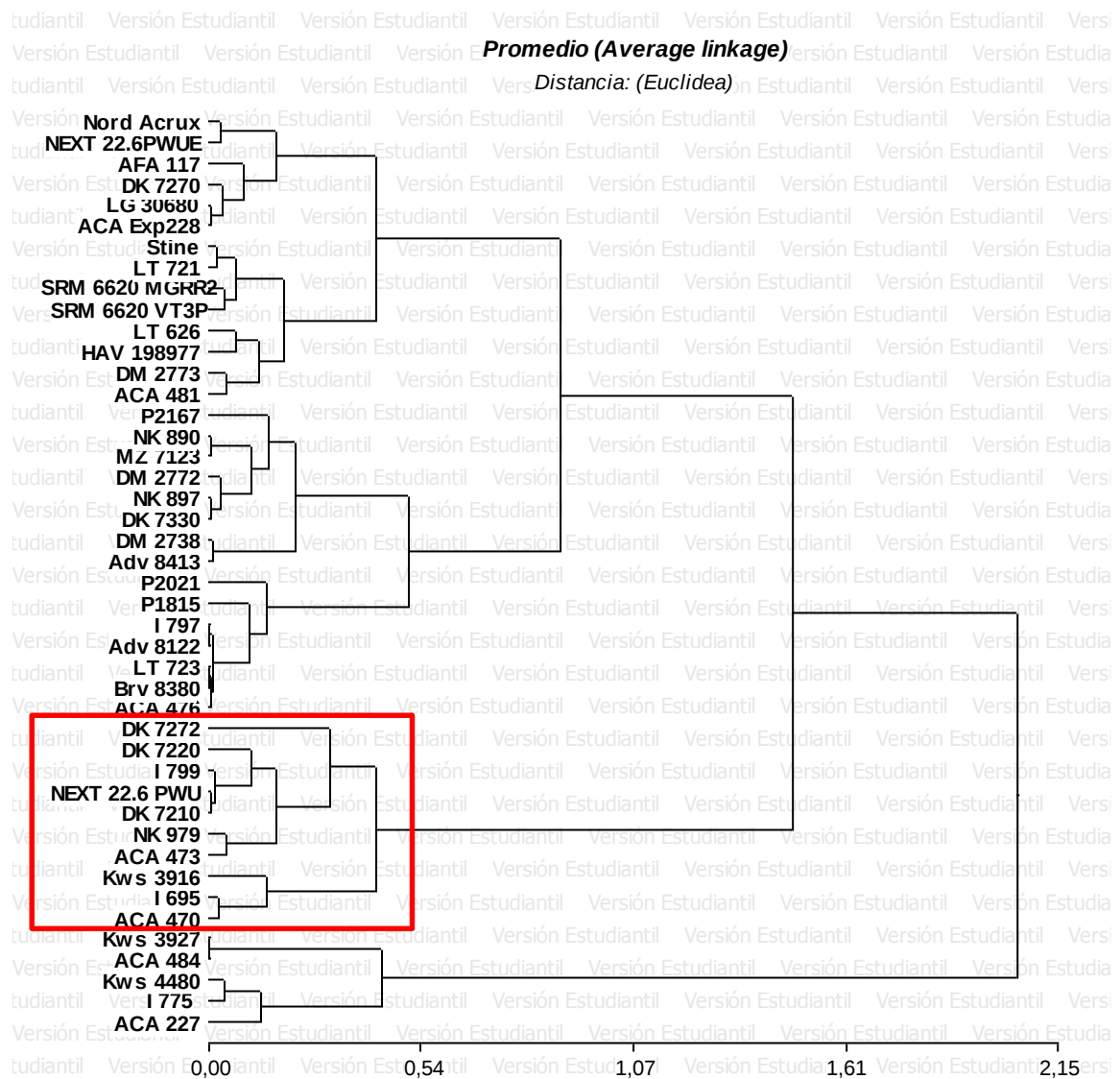


Figura 8: Análisis de conglomerados analizando la distancia Euclidea entre diferentes cultivares en función de su rendimiento. Cada llave agrupa clusters de igual rendimiento estadístico. El rectángulo señala los clusters de mayor rendimiento.

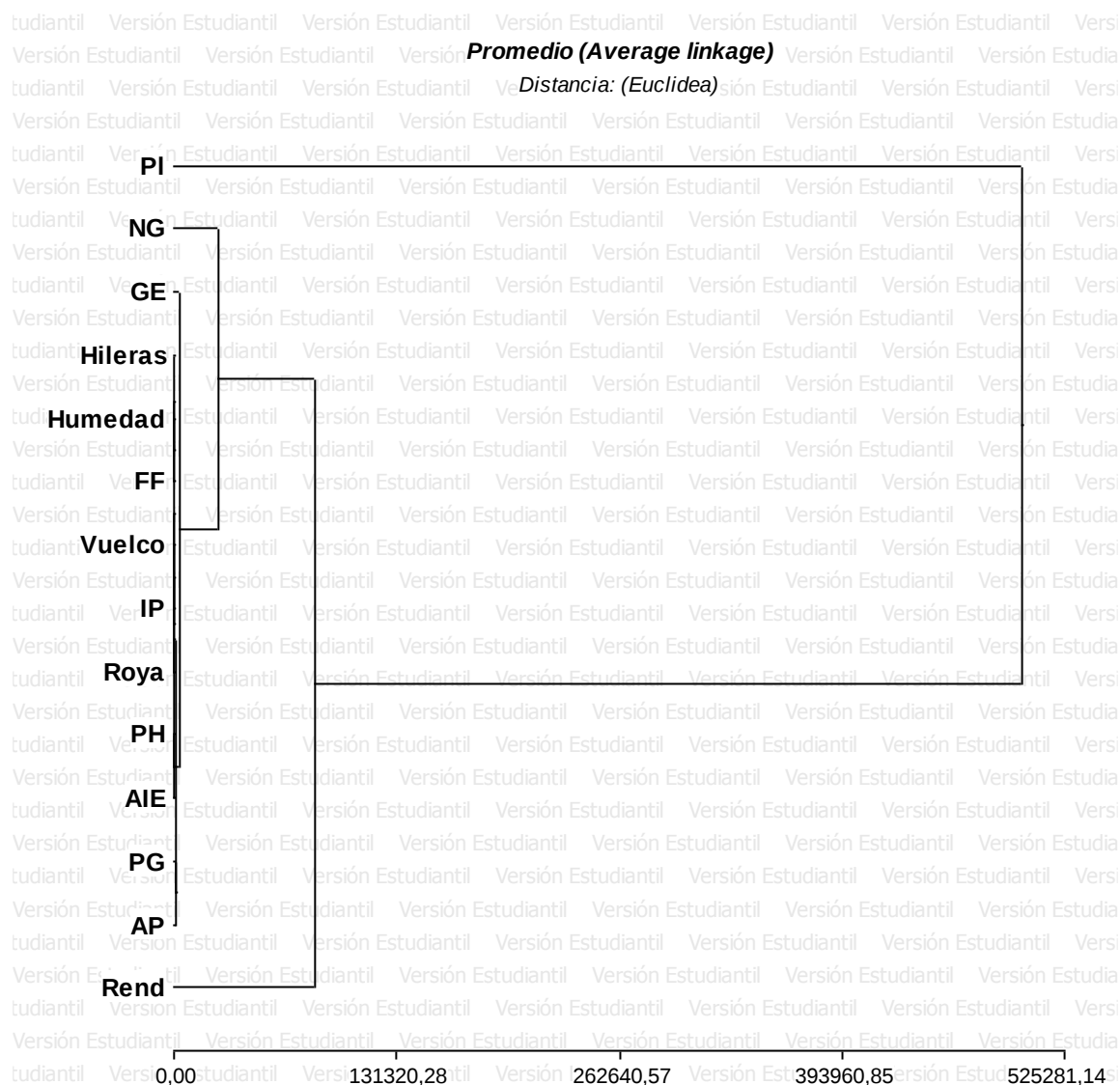


Figura 9: Análisis de conglomerados relacionando el rendimiento y sus componentes, promedio de todos los cultivares, en función de su proximidad.

CONSIDERACIONES FINALES

- En el área de influencia de la localidad de Colón (BA), el ciclo agrícola 2020/21 estuvo caracterizado por una salida de invierno rigurosa, la escasez de precipitaciones y días de altas temperaturas alrededor de la floración.
- El rendimiento medio del experimento fue de 12884 kg ha⁻¹ con un máximo de 14223 kg ha⁻¹ y un rango de 2953 kg ha⁻¹ entre máximo y mínimo. Si bien son valores aceptables, estuvieron alejados de los máximos.
- Como suele suceder en siembras tempranas, la presencia de adversidades bióticas alcanzó valores bajos. La presencia de *Helicoverpa* fue de baja, a diferencia de lo observado en siembras tardías. *Diatraea saccharalis* presentó baja severidad, no se detectó presencia de *Spodoptera frugiperda*. Roya común fue el componente biótico de mayor variación entre cultivares.
- El cultivo presentó buen comportamiento ante la falta de precipitaciones, con una tendencia a sostener un rendimiento relativo superior respecto de soja, ante similar restricción hídrica.
- Bajo diferentes aproximaciones, la obtención de altos rendimientos estuvo asociado con la capacidad de generar cultivos en pie hasta cosecha, con alto NG y GE sin excedentes de plantas, eventualmente recurriendo a prolificidad el caso de disponer los recursos necesarios. Estas relaciones fueron diferentes a la de las campañas húmedas, donde el cultivo encuentra condiciones favorables para el crecimiento desde las primeras etapas del ciclo.

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 diagramatic 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.