



CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN COMPARATIVA DE CULTIVARES DE MAÍZ EN LA LOCALIDAD DE COLÓN (BS AS). CAMPAÑA 2016/17

INTA EEA Pergamino

Ings. Agrs. (MSc) Gustavo N. Ferraris

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

ferraris.gustavo@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de maíz, es constante la búsqueda por reducir las brechas con el rendimiento potencial (máximo fisiológico) y con los rendimientos alcanzables a nivel de campo (máximo tecnológico). Esto incluye la selección por productividad, pero también un trabajo constante en búsqueda de la estabilidad de rendimiento, la 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. El ensayo se desarrolló bajo un ambiente cambiante, al inicio seco y luego con fuertes excedentes.

Palabras clave: Maíz, rendimiento comparado, relación rendimiento-variables agronómicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló al noroeste de la localidad de Colón, sobre un suelo Serie Hughes, Argiudol típico, clase I IP=100, de alta productividad. El lote experimental tiene una historia de más de 20 años de agricultura continua y siembra directa. En antecesor fue la secuencia trigo/soja de segunda. Se implantó el día 14 de septiembre, en siembra directa a una densidad de 80000 semillas ha⁻¹ e hileras espaciadas a 0,525 m. Se sembraron 36 materiales diferentes en franjas con testigo apareado, siendo el testigo Syngenta SYN 875 Vip3.

De acuerdo con el diagnóstico realizado a partir del análisis de suelo, el cultivo fue fertilizado con 140 kg ha⁻¹ de MAP (11-23-0) y 60 kg ha⁻¹ de SPS (0-9-0-S12) aplicados a la siembra al costado de la semilla, 150 kg ha⁻¹ de urea granulada (46-0-0) en entresurco a la siembra más 130 kg ha⁻¹ del mismo fertilizante voleado en V6 (Ritchie and Hanway, 1993), el día 3 de noviembre, totalizando de esta manera 144 kgN ha⁻¹, 38 kgP ha⁻¹ y 7 kgS ha⁻¹ agregados como fertilizante. Las unidades experimentales fueron recortadas en los extremos, cosechando una superficie de 1286 m² en cada una de ellas al momento de evaluar el ensayo, el día 16 de Marzo.

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

$$\text{Rendimiento corregido híbrido A} = \text{rendimiento medio testigo} * (\text{Rendimiento híbrido A} / (i/5 \text{ rtest}_j + j/5 \text{ rtest}_i))$$

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	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	5,4	2,76	0,138	13,9	34,5	173,5	6,2	0,74	0,57
20-40 cm					21,5		5,7		

Dentro de las determinaciones realizadas, se evaluó el número de plantas emergidas (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 (Ry) y Tizón del maíz. En todos los casos, las observaciones se realizaron en las plantas después de antesis (Estado R2-R3).

A cosecha se evaluó el rendimiento (Rend), granos m⁻²(NG), Peso individual de granos (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) para 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 presentó dos etapas bien diferenciadas. Una primera parte, hasta la precipitación acontecida el día 18 de diciembre, se caracterizó por un ambiente predominantemente seco, que acompañó la primera parte del período crítico hasta alcanzar la floración. La subsiguiente comienza el 25 de diciembre, con lluvias de una magnitud sin precedentes para la región, derivando en condiciones de excedentes temporarios, saturación de los suelos y anoxia de raíces y, muy probablemente, lixiviación de nutrientes móviles como N y S.

Las condiciones de luminosidad fueron medias, con varios días de escasa radiación. El cociente fototermal (Q) (11 dic-10 ene) fue de **1,58**, inferior al de los años El Niño precedentes (2015/16: **1,72**; 2014/15: **1,70**) pero sin embargo muy superior al del año cálido 2013/14, de **1,35** (Figura 2). Por su parte, las temperaturas medias fueron elevadas hasta mediados de diciembre (superiores a los dos años anteriores) y disminuyeron al comenzar el período húmedo desde fines de Diciembre en más (Figura 3).

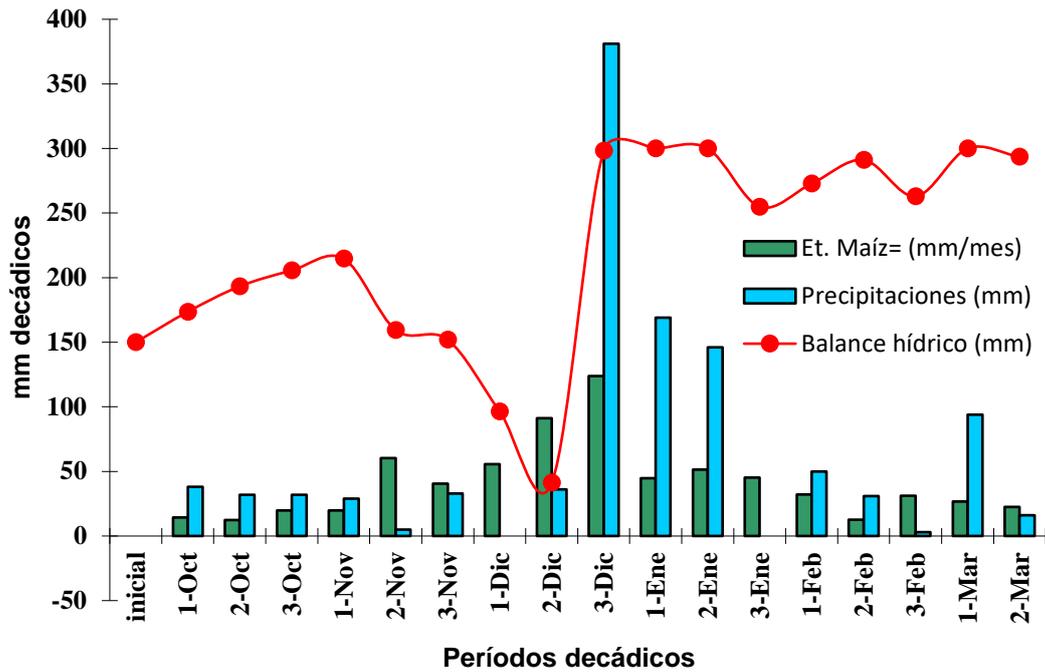


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico acumulados (mm) en el sitio experimental. Colón, Bs As, campaña 2016/17. Agua disponible inicial en el suelo (140 cm) 150 mm. Precipitaciones totales en el ciclo 1095 mm. Déficit acumulado de evapotranspiración 0 mm.

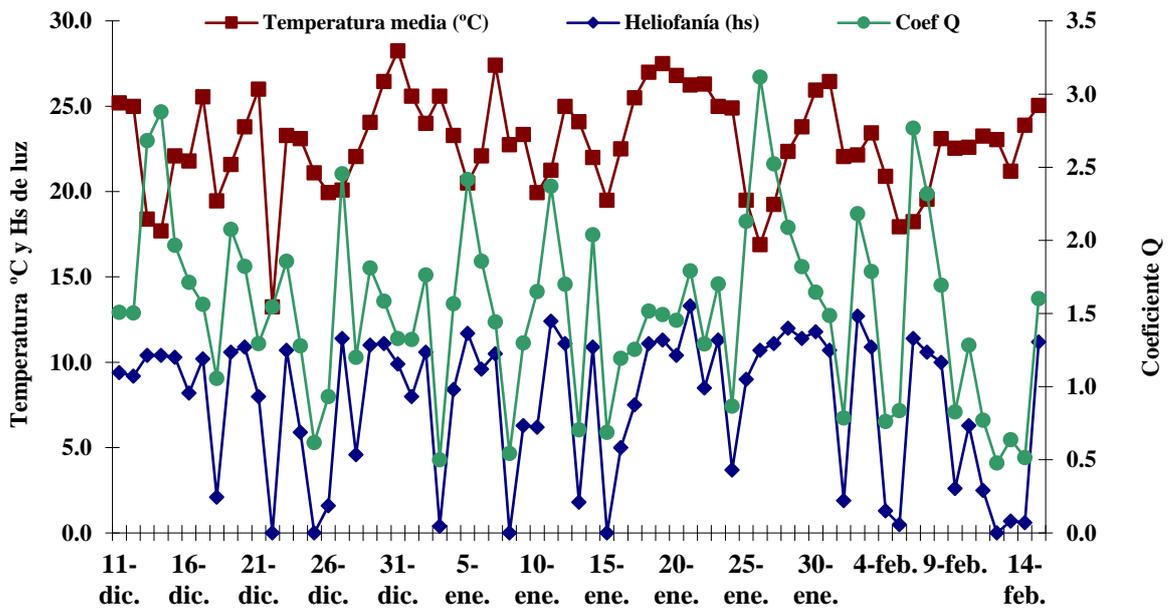


Figura 2: Insolación (en hs y décimas de hora) y temperatura media (°C) diaria para el período 10 de diciembre - 14 de febrero, en el transcurso del cual se ubicó la etapa crítica de la floración, e inicios de llenado de los granos. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As), campaña 2016/17. Nótese las frecuentes y pronunciadas caídas de radiación durante la presente campaña.

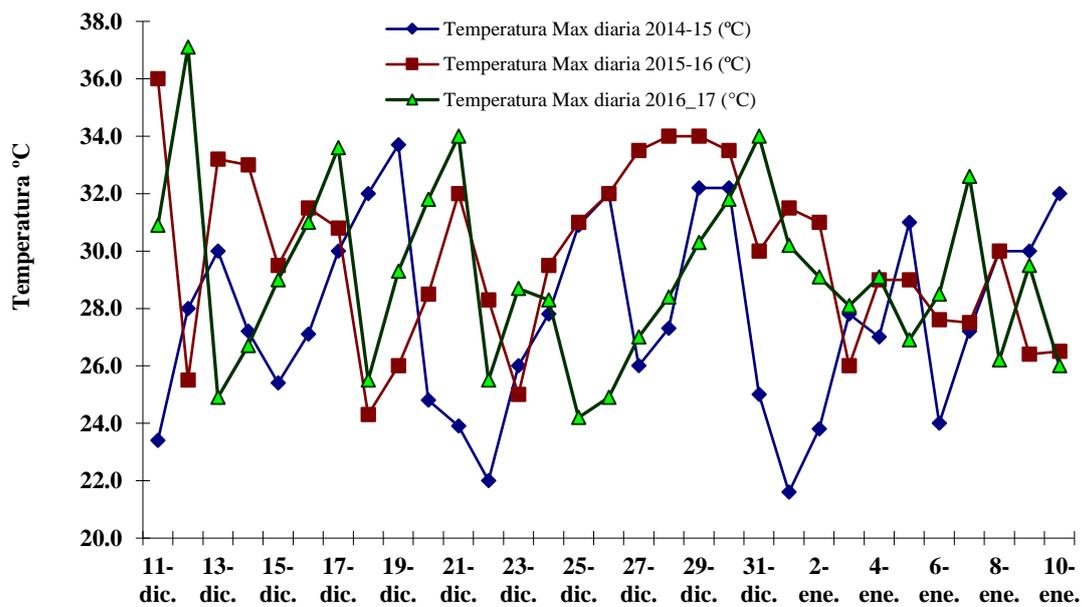


Figura 3: Temperaturas máximas diarias durante las campañas 2013/14, 2014/15 y 2015/16. Datos tomados de la estación meteorológica de la EEA INTA Pergamino, (Bs As), campaña 2015/16. Nótese las elevadas temperaturas en la primera parte del período crítico, en comparación con el final .

Por su parte, en la Tabla 2 se presentan datos morfológicos y de fenología evaluados en el ensayo, que permiten caracterizar a los diferentes materiales.

Tabla 2: Densidad, fenología, altura de plantas y altura de inserción en los cultivares evaluados. Ensayo Colón, red de ensayos comparativos de rendimiento, INTA Pergamino, campaña 2016/17.

Empresa	Híbrido	Densidad cosecha plantas/ha	Altura planta (cm)	Altura inserción (cm)	Fecha Fl Masculina (Vt)	Fecha Fl Femenina (R1)
Illinois	I-887 VT3P	83810	255	105	22-dic	23-dic
ACA	470 VT3P	83810	250	105	20-dic	21-dic
Nidera	Ax 7918 Vip2	84762	240	85	22-dic	24-dic
Monsanto	Dk 7320 VT3P	83810	220	98	21-dic	23-dic
Pioneer	2005 YHR	82857	240	105	22-dic	24-dic
ACA	473 VT3P	84762	233	102	20-dic	21-dic
Monsanto	Dk 7310 VT3P	71429	235	110	21-dic	22-dic
Monsanto	Dk 6910 VT3P	75238	250	120	19-dic	20-dic
Monsanto	Dk 7250 VT3P	77143	225	110	21-dic	23-dic
Illinois	I-797 VT3P	83810	260	112	21-dic	23-dic
Don Mario	DM 2772 VT3P	80100	255	100	23-dic	25-dic
KWS	KM 4321 full	77143	260	118	20-dic	22-dic
ACA	474 VT3P	85714	265	125	21-dic	23-dic
Sursem	SRM 566 MGRR2	80000	240	115	24-dic	25-dic
Don Mario	DM 2738 MGRR2	82857	225	99	20-dic	22-dic
Monsanto	Dk 7020 VT3P	80000	260	113	20-dic	21-dic
Dow	NEXT 20.6 PW	78095	220	85	21-dic	23-dic
Illinois	I-767 MGRR2	80000	230	105	20-dic	22-dic
Don Mario	DM 2771 VT3P	80000	235	97	22-dic	24-dic
ACA	480 VT3P	81905	256	105	22-dic	24-dic
KWS	4200 GL Stack	87619	260	105	21-dic	23-dic
KWS	4500 GL Stack	76190	265	120	23-dic	25-dic
Syngenta	NK 875 Vip3	82857	231	106	22-dic	24-dic
Nidera	Ax 7761 VT3P	76190	230	110	21-dic	23-dic
Dow	NEXT 22.6 PW	83810	240	114	22-dic	24-dic
Pioneer	2109 YHR	87619	210	100	23-dic	25-dic
La Tijereta	LT 722 VT3P	77143	240	108	20-dic	22-dic
Nidera	Ax 7784 VT3P	83810	255	102	21-dic	23-dic
Sursem	SRM 6620 MG	75238	230	92	22-dic	23-dic
Nidera	Ax 7822 VT3P	80000	230	102	22-dic	24-dic
Sursem	SRM 6600 VT3P	78095	210	68	21-dic	23-dic
Dow	507 PW	84762	140	106	22-dic	24-dic
Syngenta	SYN 840 Vip 3	84762	210	82	21-dic	23-dic
Sursem	SRM 6670 MG	82857	225	110	24-dic	25-dic
Pioneer	1815 YHR	88571	230	104	21-dic	23-dic
La Tijereta	LT 719 VT3P	76190	232	90	20-dic	22-dic
Syngenta	SYN 860 Vip 3	86667	225	80	22-dic	24-dic
SPS	2721 TDTG	83810	235	95	21-dic	22-dic

Algunos parámetros de cultivo i.e. altura de planta, índice de prolificidad o el grado en que se completa la espiga, son resultado de factores genéticos y ambientales. En general el patrón de crecimiento fue típico de un ciclo ajustado en recursos, especialmente hídricos. El cultivo mostró una biomasa y altura de planta razonable pero no exuberante, a diferencia de lo sucedido en los dos ciclos previos. Altura de planta (AP) y altura de inserción de espiga (AIE) correlacionaron positivamente con NG (granos m²) y rendimiento. Las dos primeras son indicadores del tamaño de planta, lo que sugiere que en el experimento se verificaron limitaciones en la acumulación de biomasa. Se registró alta presión de Roya común del maíz (*Puccinia sorghi*). No se observó incidencia de *Green Snap*, explicado en tasas de crecimiento limitadas durante la prefloración. (Elmore et al., 2006; Ferragutti et al., 2010). La reversión de las condiciones climáticas posibilitó un buen llenado de la espiga, y un

alto peso de granos (PG). Finalmente, el cultivo llegó a final de ciclo con deterioro en su estructura vegetativa, para la fecha de cosecha y el nivel de nutrición recibido. Se observaron plantas volcadas y escaso *stay green*, lo que se podría atribuir a condiciones de saturación con la consiguiente podredumbre de cañas y raíces (Tabla 3). Finalmente, en promedio se determinó una intercepción media menor al 90 % de la radiación incidente hacia R1, y valores de Spad y NDVI medios (datos no presentados). Mientras lo primero explicaría falta de cobertura por estrés en prefloración, los dos últimos reflejan condiciones de lixiviación y dilución de nutrientes.

Tabla 3: Porcentaje de vuelco y quebrado, índice de prolificidad, 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 2016/17.

Empresa	Híbrido	Green Snap (%)	Plantas volcadas a cosecha (%) ^(*)	Plantas quebradas a cosecha (%) ^(*)	Índice prolificidad	Inclinación espiga a cosecha ^(**)	Planta verde (Stay green) ^(**)	Características espiga	
								N hileras	punta esp
Illinois	I-887 VT3P	0	2	0	105	No	medio	18	MI
ACA	470 VT3P	0	0	0	130	No	no	16	LI
Nidera	Ax 7918 Vip2	0	0	0	95	No	sí	14	MI
Monsanto	Dk 7320 VT3P	0	2	0	100	No	medio	16	LI
Pioneer	2005 YHR	0	0	0	105	No	medio	18-20	MI
ACA	473 VT3P	0	2	0	100	No	sí	16	LI
Monsanto	Dk 7310 VT3P	0	4	0	150	No	no	12-14	C
Monsanto	Dk 6910 VT3P	0	0	0	110	No	sí	14-16	MI
Monsanto	Dk 7250 VT3P	0	8	0	110	No	no	14-16	C
Illinois	I-797 VT3P	0	0	0	110	No	no	14-16	LI
Don Mario	DM 2772 VT3P	0	2	0	100	Parcial	no	16-18	LI
KWS	KM 4321 full	0	0	0	100	Parcial	medio	16-18	LI
ACA	474 VT3P	0	0	0	100	No	medio	14-16	LI
Sursem	SRM 566 MGRR2	0	0	0	100	No	sí	16-18	C
Don Mario	DM 2738 MGRR2	0	4	0	110	Parcial	no	18-20	LI
Monsanto	Dk 7020 VT3P	0	2	0	100	No	medio	16	LI
Dow	NEXT 20.6 PW	0	0	0	100	No	medio	16	MI
Illinois	I-767 MGRR2	0	0	0	100	No	no	16	MI
Don Mario	DM 2771 VT3P	0	0	0	100	Parcial	no	16-18	LI
ACA	480 VT3P	0	2	0	100	No	sí	14-16	MI
KWS	4200 GL Stack	0	0	0	100	No	no	16	LI
KWS	4500 GL Stack	0	2	0	100	Parcial	sí	12-14	MI
Syngenta	NK 875 Vip3	0	0	0	109	No			LI
Nidera	Ax 7761 VT3P	0	0	0	105	No	medio	16-18	LI
Dow	NEXT 22.6 PW	0	0	0	120	No	sí	18	LI
Pioneer	2109 YHR	0	10	0	105	No	no	18-20	LI
La Tijereta	LT 722 VT3P	0	0	0	100	No	no	14-16	LI
Nidera	Ax 7784 VT3P	0	0	0	100	No	medio	14	MI
Sursem	SRM 6620 MG	0	0	0	100	No	no	16-18	LI
Nidera	Ax 7822 VT3P	0	0	0	110	No	medio	16-18	LI
Sursem	SRM 6600 VT3P	0	0	0	100	No	medio	16	MI
Dow	507 PW	0	4	0	100	No	no	16-18	MI
Syngenta	SYN 840 Vip 3	0	0	0	100	No	no	16-18	LI
Sursem	SRM 6670 MG	0	0	0	100	No	no	20	LI
Pioneer	1815 YHR	0	0	0	105	No	medio	14-16	LI
La Tijereta	LT 719 VT3P	0	0	0	100	No	no	12-14	C
Syngenta	SYN 860 Vip 3	0	0	0	100	No	medio	16	LI
SPS	2721 TDTG	0	4	0	100	No	no	16-18	C

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

(**) Evaluado 7 días antes de cosecha, con testigo con 20 % de Humedad.

Indice de prolificidad = Número de espigas en 100 plantas

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 elevados de severidad. La presencia de tizón foliar fue prácticamente ausente en esta fecha de siembra. No se observaron daños causados por Spodoptera (*Spodoptera frugiperda*) ni isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*).

Tabla 4: Comportamiento de los materiales a Roya común del Maíz (*Puccinia sorghi*) y Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) Rayado foliar bacteriano en R3. Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento, INTA Pergamino, campaña 2016/17.

Empresa	Hibrido	Roya común	Tizón foliar
Illinois	I-887 VT3P	2%	No
ACA	470 VT3P	5%	No
Nidera	Ax 7918 Vip2	3%	No
Monsanto	Dk 7320 VT3P	3%	No
Pioneer	2005 YHR	3%	No
ACA	473 VT3P	3%	No
Monsanto	Dk 7310 VT3P	2%	No
Monsanto	Dk 6910 VT3P	2%	No
Monsanto	Dk 7250 VT3P	7%	No
Illinois	I-797 VT3P	3%	No
Don Mario	DM 2772 VT3P	2%	No
KWS	KM 4321 full	2%	No
ACA	474 VT3P	10%	No
Sursem	SRM 566 MGRR2	2%	No
Don Mario	DM 2738 MGRR2	4%	No
Monsanto	Dk 7020 VT3P	6-8%	No
Dow	NEXT 20.6 PW	2%	No
Illinois	I-767 MGRR2	3%	No
Don Mario	DM 2771 VT3P	4%	No
ACA	480 VT3P	3%	No
KWS	4200 GL Stack	3%	No
KWS	4500 GL Stack	3%	No
Syngenta	NK 875 Vip3	5%	No
Nidera	Ax 7761 VT3P	5%	No
Dow	NEXT 22.6 PW	5%	No
Pioneer	2109 YHR	5%	No
La Tijereta	LT 722 VT3P	10%	No
Nidera	Ax 7784 VT3P	3%	No
Sursem	SRM 6620 MG	3%	No
Nidera	Ax 7822 VT3P	3%	No
Sursem	SRM 6600 VT3P	1%	No
Dow	507 PW	6%	No
Syngenta	SYN 840 Vip 3	1%	No
Sursem	SRM 6670 MG	Trazas	No
Pioneer	1815 YHR	Trazas	No
La Tijereta	LT 719 VT3P	10%	No
Syngenta	SYN 860 Vip 3	2%	No
SPS	2721 TDTG	3%	No

Los rendimientos alcanzados en el presente ciclo agrícola, si bien fueron aceptables (promedio 12283 kg ha⁻¹, máximo 13843, mínimo 10984 kg ha⁻¹) y reflejan una sostenida ganancia genética, distaron de los mejores años lo cual se atribuiría a la condición ambiental de déficit inicial

más exceso posterior. La brecha de rendimiento fue de 2859 kg ha⁻¹, siendo una de las más pequeñas de la serie, aunque superior al ciclo anterior (Figura 4).

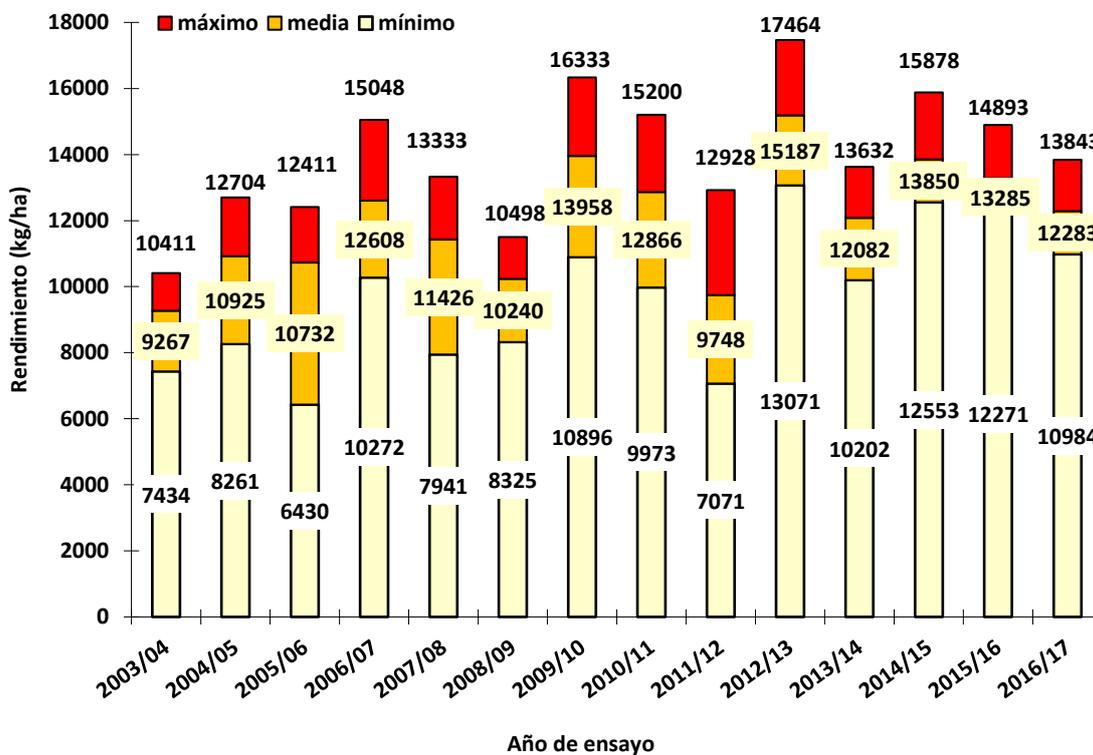


Figura 4: Rendimiento máximo, medio y mínimo según campaña agrícola en los ensayos de cultivares de maíz conducidos en el área de Colón, Buenos Aires entre los ciclos 2003/04 y 2016/17. Área de extensión INTA EEA Pergamino.

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 severidad de *Helicoverpa zea*, para los diferentes materiales evaluados. Ensayo Colón, Red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2016/17.

Empresa	Híbrido	Rendimiento 13,5 % ajustado	Componentes de rendimiento			Calidad grano		Incidencia <i>H. zea</i>
			Granos /espiga	granos/m ²	Peso mil (g)	Color	Textura	
Illinois	I-887 VT3P	13843	590,0	5192	280,0	AN Osc	SD	No
ACA	470 VT3P	13494	445,1	4850	277,3	AN Osc	SD	No
Nidera	Ax 7918 Vip2	13347	490,8	3952	360,0	AN	SD	No
Monsanto	Dk 7320 VT3P	12983	553,5	4639	296,7	AN Osc	SD	No
Pioneer	2005 YHR	12919	606,4	5276	252,0	AN Osc	SD	No
ACA	473 VT3P	12915	500,0	4238	310,0	AN Osc	SD	No
Monsanto	Dk 7310 VT3P	12905	397,5	4259	306,7	AN	SD	No
Monsanto	Dk 6910 VT3P	12889	556,9	4609	280,0	AN Osc	SD	No
Monsanto	Dk 7250 VT3P	12754	513,1	4354	300,0	AN Osc	SD	No
Illinois	I-797 VT3P	12707	496,0	4572	302,7	AN Osc	SD	No
Don Mario	DM 2772 VT3P	12705	576,8	4620	275,0	AN-AM	SD	No
KWS	KM 4321 full	12673	547,9	4227	305,3	AN	SD	No
ACA	474 VT3P	12618	508,7	4360	296,0	AN Osc	SD	No
Sursem	SRM 566 MGRR2	12542	511,6	4093	315,3	AN	SD	No
Don Mario	DM 2738 MGRR2	12457	446,8	4072	322,7	AN Osc	SD	No
Monsanto	Dk 7020 VT3P	12395	574,5	4596	270,7	AN Osc	SD	No
Dow	NEXT 20.6 PW	12347	526,5	4112	323,3	AN	SD-Dent	No
Illinois	I-767 MGRR2	12292	492,9	3943	323,3	AN	SD	No
Don Mario	DM 2771 VT3P	12285	495,4	3963	310,0	AN	SD	No
ACA	480 VT3P	12230	549,8	4503	307,3	AN Osc	SD	No
KWS	4200 GL Stack	12220	520,9	4564	294,7	AN	SD-Dent	No
KWS	4500 GL Stack	12195	579,2	4413	296,0	AN	SD-Dent	No
Syngenta	NK 875 Vip3	12123	513,4	4637	276,7	AN Osc	SD	No
Nidera	Ax 7761 VT3P	12120	543,3	4347	293,3	AN	SD	No
Dow	NEXT 22.6 PW	12131	425,5	4280	290,7	AN	SD	No
Pioneer	2109 YHR	12113	549,6	5057	246,0	AN	SD-Dent	No
La Tijereta	LT 722 VT3P	12086	589,1	4545	272,0	AN	SD	No
Nidera	Ax 7784 VT3P	12022	458,1	3839	322,0	AN	SD	No
Sursem	SRM 6620 MG	11842	536,9	4040	323,3	AN	SD	No
Nidera	Ax 7822 VT3P	11707	540,3	4754	260,0	AN	SD-Dent	No
Sursem	SRM 6600 VT3P	11662	602,6	4706	262,7	AN	SD	No
Dow	507 PW	11608	513,6	4353	289,3	AN	SD	No
Syngenta	SYN 840 Vip 3	11572	498,0	4221	287,3	AN	SD	No
Sursem	SRM 6670 MG	11423	504,3	4178	294,0	AN	SD	No
Pioneer	1815 YHR	11371	414,4	3853	306,7	AN	SD-Dent	No
La Tijereta	LT 719 VT3P	11160	516,1	3932	286,7	AN Osc	SD	No
Syngenta	SYN 860 Vip 3	11128	417,4	3618	326,7	AN	SD	No
SPS	2721 DTDG	10984	520,0	4358	258,7	AN Osc	SD	No

Del mismo modo, en la Figura 5 se presentan los rendimientos como porcentual respecto del testigo, y la humedad de cosecha del ensayo. El rendimiento mínimo representó un 79,3% del máximo. La relación entre ciclo y rendimiento fue ligeramente negativa.

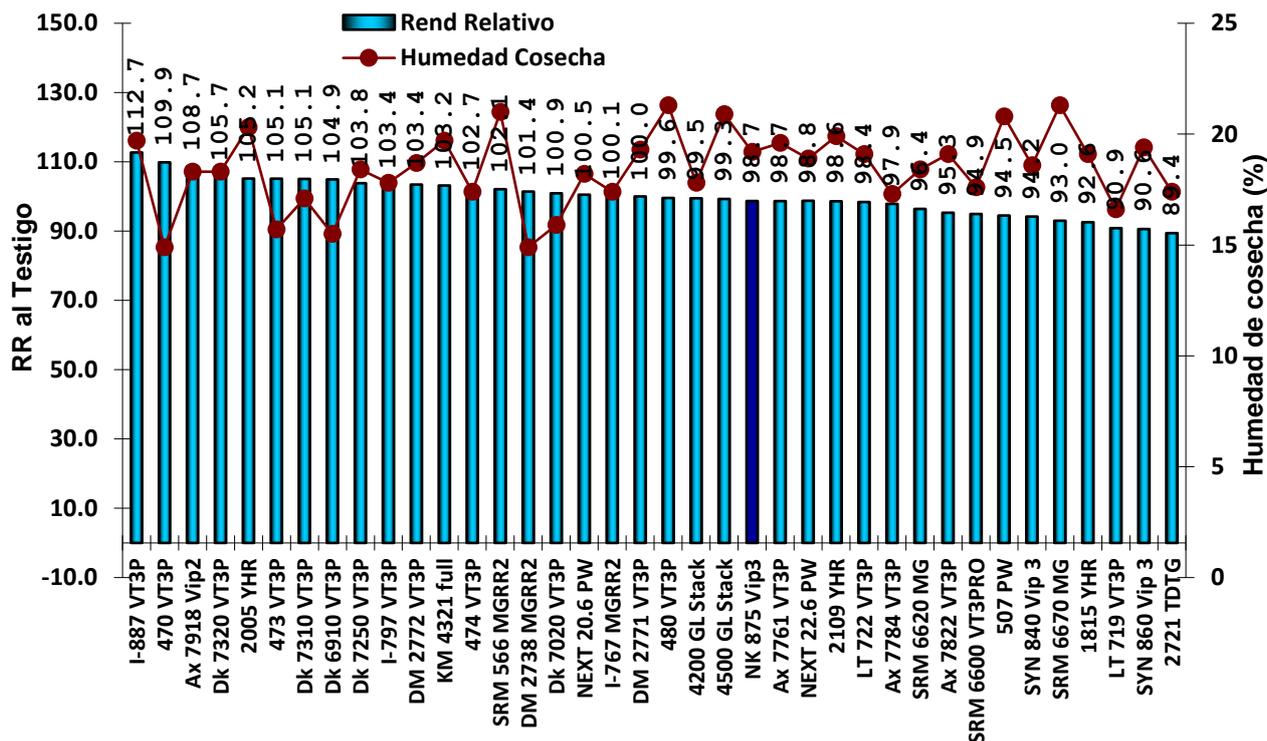


Figura 5: Rendimiento relativo al testigo (Rendimiento híbrido x 100/ rendimiento testigo) y humedad de cosecha de los híbridos evaluados. Ensayo Colón, red de ensayos comparativos de rendimiento de INTA Pergamino, campaña 2016/17.

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 del rendimiento, humedad, estructura de la planta, densidad y sanidad. El rendimiento se asoció positivamente con NG, GE y AP (biomasa). Por el contrario, no estuvo asociado a prolificidad, longitud del ciclo o número de hileras, vuelco, afectación por Roya ni llenado de las espigas, entre otras variables (Figura 6). Del gráfico se desprenden las estrategias diferenciales utilizadas por los diferentes genotipos para construir el rendimiento. Algunos como I-887 VT3P o P2005 YHR generan un alto GE, mientras que otros como DK7250 VT3P o DK7250 VT3P se apoyan en la prolificidad y una granazón completa de la espiga.

Una característica saliente del experimento es la relación negativa entre rendimiento y densidad de plantas, destacada en la Figura 6 pero también en la correlación inversa de la Tabla 6 y la distancia máxima entre variables representada en la Figura 9. Probablemente el ajustado balance hídrico inicial originaría este comportamiento.

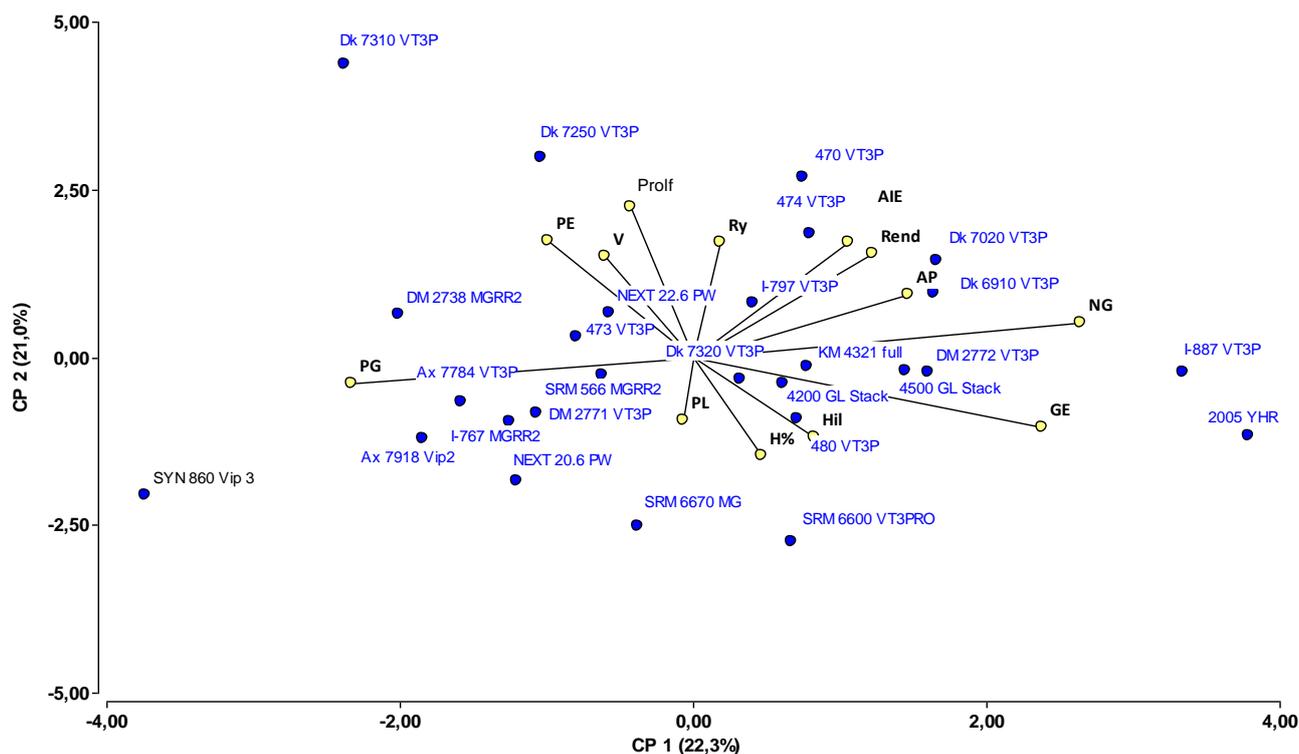


Figura 6: Relación entre variables cuantitativas evaluadas en el ensayo. PL=densidad, AP= Altura de plantas, AIE= altura de inserción de espiga, Rend=Rendimiento kg ha^{-1} , Prolf= Índice de prolificidad, NG=granos m^{-2} , PG=Peso individual de granos, GE= granos espiga, Hil=número de hileras, PE: Grado de llenado de la espiga, Humedad= Humedad a cosecha (%), Ry=Severidad de Roya, V=Vuelco.

Un análisis de correlación mostró a NG, AP, AIE y prolificidad con una correlación positiva y significativa con los rendimientos ($P < 0,05$).

Tabla 6: Asociación entre rendimiento y variables cuantitativas de cultivo, determinadas a través del coeficiente de correlación (r) y su significancia estadística.

Variables evaluadas	Coefficiente de correlación (r)	Significancia de la correlación
Granos m^{-2} (NG)	0,43	0,006
Altura plantas (AP)	0,39	0,010
Altura inserción espiga (AIE)	0,34	0,030
Prolificidad (Espigas/100 plantas)	0,30	0,065
Llenado extremo de la espiga (PE)	-0,21	0,190
Humedad cosecha (%)	-0,20	0,210
Granos espiga $^{-1}$ (GE)	0,15	0,360
Peso de grano (PG)	0,12	0,460
Vuelco	-0,119	0,470
Densidad plantas	-0,08	0,630
Número de hileras	-0,06	0,700
Severidad Roya R2	-0,001	0,990

Finalmente, 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 rendimiento, desde los de menor (arriba) a mayor (debajo) productividad, integrando en un mismo grupo estadístico a los tres de rendimiento superior. A escasa distancia se agrupan otros cinco cultivares, los cuales fenotípicamente son muy similares entre sí. Finalmente, el rendimiento se explica, en orden de proximidad, por el NG, GE, baja H% y alto número de hileras (Figura 9). Si se

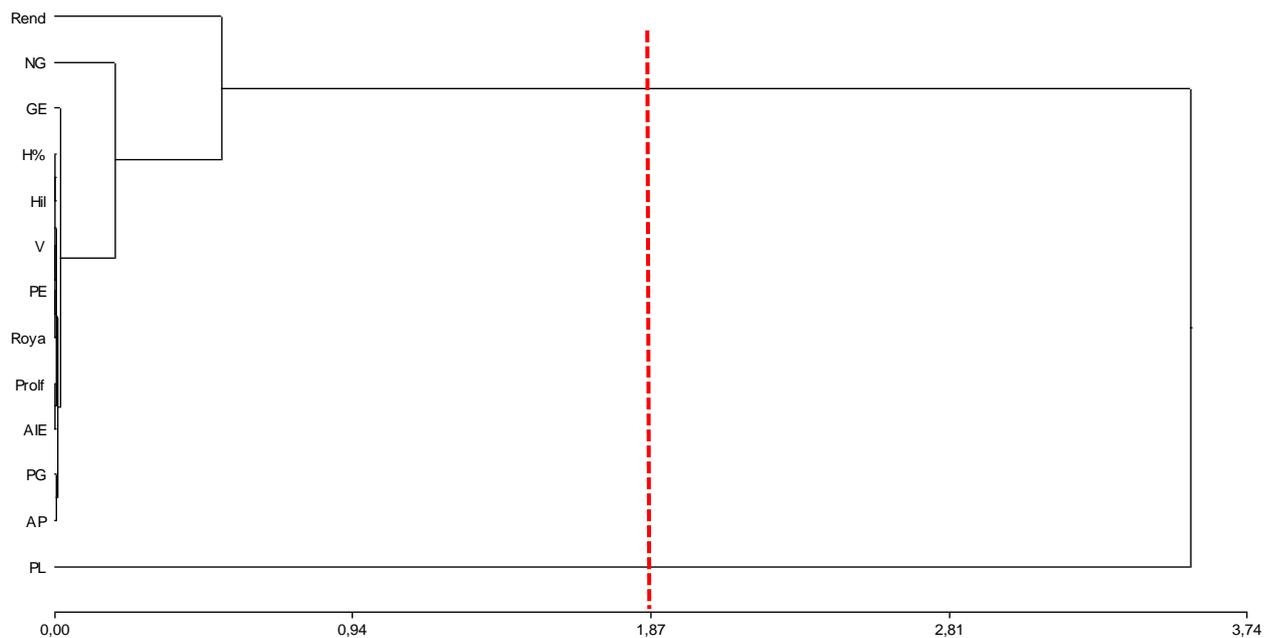


Figura 9: Análisis de conglomerados relacionando el rendimiento y sus componentes, promedio de todos los cultivares, en función de su proximidad.

CONSIDERACIONES FINALES

- En el área de influencia de la localidad de Colón (BA), el ciclo agrícola 2016/16 se caracterizó por un clima oscilante, con balance hídrico inicial muy ajustado, y un período de excesos desde la floración en adelante.
- El rendimiento medio del experimento fue de 12283 kg ha⁻¹ con un máximo de 13843 kg ha⁻¹ y un rango de 2859 kg ha⁻¹ entre máximo y mínimo. En términos absolutos y relativos esta brecha fue la más reducida aunque superior al año previo, el cual mostró un mejor comportamiento climático.
- Las espigas mostraron muy baja a nula afectación por insectos. La severidad de roya común de maíz fue elevada y la presencia de tizón prácticamente nula. La fecha de siembra muy temprana explicaría este comportamiento general.
- La obtención de altos rendimientos estuvo asociado con un alto número de granos m⁻², granos espiga⁻¹, altura, tamaño de planta, alta densidad y alta inserción de espiga. Desde diferentes enfoques, se destaca la relación inversa entre densidad y rendimiento.
- Los materiales evaluados presentaron una gran variabilidad en sus características agronómicas. Esto evidencia que el productor argentino dispone de una amplia gama de opciones para sembrar en su campo, disponiendo de un híbrido convenientemente adaptado a cada ambiente y situación particular.

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.
- Elmore R., L. Abendroth and G. Cummins. 2006. “Green Snap in Iowa”. Integrated Crop Management (ICM) N° 496 (19): 199 – 200. Iowa State University.
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. Ensayo comparativo de híbridos comerciales de Maíz en la localidad de Colón (Bs As). En: Maíz. Cultivares, Promotores de crecimiento y otras experiencias en el cultivo de Maíz 2007. Proyecto Regional Agrícola, CERBAN, EEA Pergamino y General Villegas. pp 75-85.
- Ferraris, G. 2015. Ensayo comparativo de híbridos comerciales de Maíz en la localidad de Colón (Bs As). Disponible on line www.inta.gov.ar/pergamino

- 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.
- Infostat
- 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

Agradecimientos:

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

A los Sres Fernando Iacononi y Jorge Presutti por la siembra y cosecha del ensayo, respectivamente.

A las Ings. Lucrecia Couretot y Liliana Parisi (INTA Pergamino) por la evaluación de enfermedades foliares.