

Publicación Miscelánea
Año VIII. N° 3
ISSN en línea: 2314-3126

INFORMACIÓN TÉCNICA

Producción Vegetal

2020



INFORMACIÓN TÉCNICA

Producción Vegetal

2020

Publicación Miscelánea

Año VIII. N° 3

ISSN en línea: 2314-3126

INTA

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Centro Regional Santa Fe

Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

Área Producción Vegetal.

Octubre 2020

INFORMACIÓN TÉCNICA

Producción Vegetal

2020

Editor responsable: INTA EEA Rafaela

Director: Ing. Prod. Agr. (M.Sc.) Jorge Villar Ezcurra

Comité editorial: Comisión de publicaciones INTA EEA Rafaela

Compaginación y edición: Lic. Edaf. (M.Sc.) Verónica Sapino
Natali Robinson

Se permite la reproducción total o parcial de su contenido citando la fuente.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA RAFAELA

Ruta 34 km 227(2300) Rafaela, Santa Fe

Teléfonos: (03492) 440121/440125

inta.gob.ar/rafaela

eearafeela@inta.gob.ar

ÍNDICE

PRODUCCIÓN	1
1. RESULTADOS RED DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE TRIGO PAN EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2019	2
2. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA UNA MEJOR ELECCIÓN DE LA VARIEDAD DE TRIGO A SEMBRAR	18
3. EFECTOS EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE UN CULTIVO DE TRIGO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES DE MANERA COMPLEMENTARIA	28
4. RELEVAMIENTO DE LA DEMANDA POTENCIAL DE HARINA DE TRIGO AGROCOELÓGICO EN LA LOCALIDAD DE ESPERANZA (Santa Fe)	37
5. ENSAYO COMPARATIVO DE CULTIVARES DE CEBADA CERVECERA (<i>Hordeum vulgare</i>), CAMPAÑA 2019	44
6. EVALUACION DE CULTIVARES DE SOJA DE LOS GM IV A VIII EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2019/2020	51
7. ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTE GRUPO DE MADUREZ EN EL CENTRO DE SANTA FE	71
8. ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD GENOTÍPICA EN ENSAYOS EN FRANJAS DE GIRASOL EN EL NEA. Campaña 2019/20	82
9. EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE GIRASOL (<i>Helianthus annus L.</i>) EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2019/2020	92
10. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y SANITARIO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN FECHAS DE SIEMBRAS CONTRASTANTES EN EL CENTRO DE SANTA FE	98
11. EVALUACIÓN DE UNA ENMIENDA BIOLÓGICA LÍQUIDA EN UN CULTIVO DE MAÍZ PARA PICADO	118
12. COSECHA MECÁNICA DE MAÍZ. EVALUACIÓN DE MEJORAS A COSECHADORA DE GRANOS JD STS	124
13. EFECTO DE LA HIPOXIA SOBRE ASPECTOS MORFOLÓGICOS EN ALFALFA	142
14. PRODUCCION DE BIOMASA Y CONTENIDO DE AGUA EN PLÁNTULAS DE <i>Panicum coloratum</i> BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD E HIPOXIA	149
15. VARIABILIDAD EN CARACTERES RELACIONADOS A LA GERMINACIÓN POST COSECHA DE <i>Panicum coloratum</i> var. <i>coloratum</i>	155

ORGANISMOS PERJUDIALES.....	161
16. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE ORGANISMOS PERJUDICIALES EN EL CULTIVO DE SOJA	162
17. EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE LARVAS DE <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) EN MAÍZ NO <i>Bt.</i>	173
18. PREVALENCIA DE LA MOSCA DEL TALLO DE LA SOJA (<i>Melanagromyza sojae</i>) EN LA PROVINCIA DE SANTA FE	180
19. EFICACIA INSECTICIDA EN EL CONTROL DE “LA ORUGA DE LAS LEGUMINOSAS” <i>Anticarsia gemmatalis</i> (Lepideptora: Noctuidae) en soja. ...	191
ENFERMEDADES	198
20. EFICIENCIA DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE ROYA DE LA HOJA EN TRIGO. CAMPAÑA 2019.....	199
21. EFECTO DE TRATAMIENTO FUNGICIDA DE SEMILLAS Y DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE ROYA AMARILLA DE TRIGO EN RAFAELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2019.....	206
22. PERFIL SANITARIO DE CULTIVARES DE TRIGO PAN EN RAFAELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2019.....	215
AMBIENTE	221
23. DINÁMICA DEL NIVEL FREÁTICO EN EL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS (SANTA FE - ARGENTINA).	222



PRODUCCIÓN





RESULTADOS RED DE ENSAYOS COMPARATIVOS DE RENDIMIENTO DE TRIGO PAN EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2019

ROSETTI, L.^{1*}; ZUIL, S.¹; SCHLIE, G.² y LOZANO CORONEL, A.¹

¹INTA EEA Rafaela. ²IDICAL INTA-CONICET
*Autor de contacto: rosetti.lucia@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El trigo es un cultivo de invierno importante en la región y su producción incide de manera positiva en el sector económico de la zona de influencia de la EEA Rafaela del INTA, por ser un factor dinamizador de la economía en el sector primario e industrial y de servicios relacionados.

En nuestro país, si bien el escenario bajo el cual se va a desarrollar la campaña 2020 presenta fuertes incertidumbres, la superficie de siembra esperada indica una posibilidad de expansión del 1,5% del área con respecto a las implantadas en la campaña anterior (6,6 Mha) (PAS, 2020). Esta situación se explicaría por las favorables perspectivas climáticas pronosticadas (condiciones neutrales) durante la ventana de siembra. La superficie de siembra destinada a este cereal ascendería a 6,7 Mha, un área que superaría en 19,6% al promedio de superficie de las últimas 5 campañas (PAS, 2020).

El resultado obtenido en una campaña es explicado por la combinación de variedad, fecha de siembra, espaciamiento entre hileras, densidad y demás prácticas de manejo agronómico realizadas. Además, el manejo de los factores bióticos (insectos, malezas, enfermedades) y abióticos (nutrientes, agua, etc.), resulta estratégico para favorecer el crecimiento del cultivo y, por lo tanto, la productividad.

La inclusión del trigo en la rotación es una opción interesante para la sustentabilidad ambiental y productiva. Además, ofrece a la empresa agrícola un ingreso financiero, promediando la primavera. (Brach y Zuil, 2018).

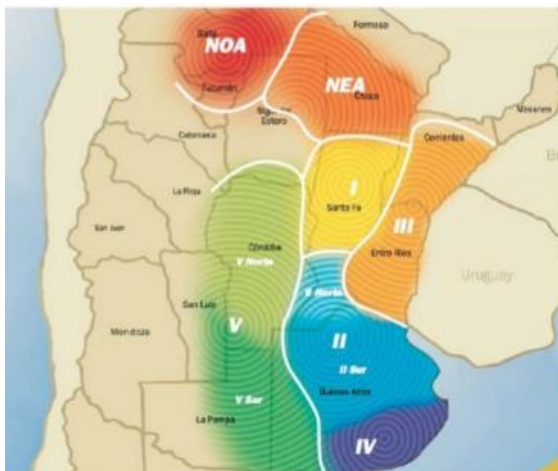
En general, rendimiento, sanidad y calidad son los aspectos que inciden en la elección de la variedad. Los tres aspectos mencionados son intrínsecos al genotipo, con respuesta ligada al ambiente. Si el ambiente es bueno, se intentará capitalizarlo con un conjunto de variedades de alto potencial, que expresen mayor rendimiento en esos ambientes. Asimismo, para ambientes que presentan restricciones para satisfacer las demandas del cultivo, básicamente factores abióticos, las variedades a considerar serían otras.

Por lo tanto, conocer la productividad media (adaptación) y probables variaciones (estabilidad) de las diferentes variedades, forma parte de la información básica para reducir el error al seleccionar los cultivares.



Por esta razón, en la EEA de INTA Rafaela, se lleva a cabo la evaluación de cultivares comerciales de trigo pan integrando la Red Nacional de Evaluación de Trigo (RET), coordinada por Instituto Nacional de Semillas (INASE). La RET posee 25 localidades de evaluación (Figura 1), Rafaela corresponde a un sitio de evaluación de la subregión triguera I junto con Reconquista.

La evaluación de cultivares consiste en la siembra de diferentes variedades comerciales de distintas empresas repartidas en cuatro fechas diferentes dependiendo del ciclo del cultivar y tiene como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares, la sanidad y el rendimiento en grano. Asimismo, busca determinar la adaptabilidad y potencial productivo de los diferentes materiales para cada zona



Sub region	Provincia	Localidad
IIS	Buenos Aires	9 DE JULIO
		CHACABUCO
		BELLOCQ
		CHACABUCO
		HUANGUELÉN
		PLÁ
VS	La Pampa	ANGUIL
	Buenos Aires	CABILDO
		BORDENAVE
		CARHUÉ
		DARREGUEIRA
		SUÁREZ
IV	Buenos Aires	BARROW
		LA DULCE
		MIRAMAR
IIN	Cordoba	MARCOS JUÁREZ
	Buenos Aires	PERGAMINO
	Santa Fe	MACIEL
		VENADO TUERTO
I	Santa Fe	RAFAELA
		RECONQUISTA
VN	Cordoba	RÍO CUARTO
		MANFREDI
NOA	Salta	SALTA
	Tucuman	OBISPO COLOMBRES

Figura 1: Mapa de las 7 regiones trigueras de la RET en Argentina y sus correspondientes localidades de evaluación.

Tanto los ensayos como sus respectivas actividades (metodología de manejo y mediciones) se encuentran protocolizados y se repiten a través de los años de modo que posibilitan evaluar las variedades en condiciones de manejo similares en toda la red.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de variedades comerciales de trigo pan y su rendimiento en grano en distintos ambientes productivos del Centro de Santa Fe.



MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2019 los experimentos de la RET se condujeron en la EEA Rafaela (Lat. 31° 11´S y 61° 30´O), Santa Fe. Se evaluaron 71 variedades comerciales de 10 empresas (Tabla 1), sembradas en tres fechas de siembra dependiendo del largo del cultivar. Cada fecha de siembra representa un ambiente en cada campaña del cultivo. Los ensayos fueron instalados mediante siembra directa sobre un suelo *Argiudol típico* (Serie Rafaela), de un lote proveniente de soja.

En la primera y en la tercera fecha se evaluó la respuesta al fungicida sobre el rendimiento final en grano. Para ello, se utilizó un diseño experimental de bloques divididos con 3 repeticiones, tratándose con fungicida a una de las subdivisiones y la restante sin tratamiento. El efecto del fungicida se evaluó siguiendo el Protocolo Red de ensayos comparativos de variedades de trigo (Resolución 323/2013), con la aplicación del mismo en el estadio de hoja bandera (Zadoks 3.7). Durante la campaña 2019, se realizaron 2 aplicaciones de fungicida debido a la presencia temprana (Zadoks 3.0) de Roya de la hoja (*Puccinia triticina*). Para la aplicación en encañazón se utilizó Orquesta Ultra (Piraclostrobin (8,1g) + Epoxiconazole (5g) + Fluxapyrosad (5g) y en hoja bandera se aplicó Allegro (Epoxiconazole (12g) + Kresoxim metil (12,5g).

Mientras que, para la 2da fecha, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones donde a todas las parcelas se les aplicó fungicida.

Las densidades teóricas de siembra utilizadas variaron de acuerdo al momento de la siembra, siendo de 250 plantas/m² para la primera fecha de siembra y de 300 plantas/m², para la segunda y tercera fecha. Las unidades experimentales fueron microparcels de 1,4 m de ancho (7 surcos a 0,20 m) por 5 m de largo.

Al momento de la siembra, se aplicaron 70 kg ha⁻¹ de N (Urea 46% de N), incorporado por debajo y al costado de la semilla.

La primera y segunda fecha de siembra fueron sembradas el mismo día (4 de junio) debido a un retraso en la cosecha del cultivo antecesor. La tercera fecha de siembra fue sembrada el 25 de junio.

Se registró la fecha de emergencia, espigazón (Zadoks 5.5), de antesis (Zadoks 6.1), de madurez fisiológica (MF, Zadoks 8.6) y la altura de plantas en madurez fisiológica (MF) por cultivar en cada fecha de siembra. La cosecha se realizó de manera mecánica sobre una superficie aproximada de 5 m² por parcela. Se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14% de humedad), el peso de granos (mg). y el peso hectolítrico (PH). Este último dato es de importancia porque es uno de los componentes que define el estándar de comercialización contribuyendo a mejorar la rentabilidad del productor (Cuniberti, M, 2011).

Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA y se utilizó el test de Scott & Knott para comparación de medias, con un $\alpha=0,05$. Para ello se empleó el Software Infostat (versión 2018).



Tabla 1: Nombre comercial, ciclo y grupo de calidad de los cultivares evaluados en cada fecha de siembra durante la campaña 2019 en la EEA INTA Rafaela. Las variedades con asterisco son las que fueron evaluadas por primera vez.

Empresa	Cultivar	Ciclo	GC	1° FS	2° FS	3° FS
ACA	ACA 303 PLUS	CL	2	X	X	
	ACA 360	CL	1	X	X	
	ACA 365	CL	1	X	X	
	ACA 602	CI	2		X	X
	ACA 603	CI	2		X	X
	ACA 908	CC	1			X
	ACA 909	CC	2			X
	ACA 915	CC	2			X
	ACA 916	CC	2			X
	ACA 920	CC	2			X
ADM	ALGARROBO	CI	2	X	X	
AGRISEEDS	FLORIPAN 100	CIC	2		X	X
	FLORIPAN 200	CI	3		X	
BIOCERES SEMILLAS S.A	BIOCERES 1008	CC	3			X
	BIOINTA 1006	CC	2			X
	GINGKO	CC	3			X
	GUAYABO	CL	3	X	X	
BIOSEMINIS	JACARANDA	CL	3	X	X	X
BUCK SEMILLAS S.A.	55 CL 2	CC	2			
	BUCK BELLACO	CL	2	X	X	
	BUCK CAMBÁ	CIC	1		X	X
	BUCK CLARAZ	CC	1			X
	BUCK COLIHUE *	CC	2		X	X
	BUCK COLIQUEO	CI	1	X	X	
	BUCK DESTELLO	CL	1	X		
	BUCK METEORO	CI	1		X	
	BUCK SAETA	CC	1			X
	SY 120	CI	2	X	X	
	SY 200	CI	2		X	
SY 330	CC	2			X	
DON MARIO SEMILLAS	HO ATUEL	CC	2			X
	ÑANDUBAY	CIC	2		X	X
	SN 90	CIC	2			X
	TBIO AUDAZ *	CC	1			X
GYT	GYT 914	CL	3			X
KLEIN S.A	KLEIN CIEN AÑOS *	CL	1	X	X	
	KLEIN HURACAN	CL	1	X	X	
	KLEIN LIEBRE	CIC	3		X	X
	KLEIN MERCURIO	CL	1	X	X	
	KLEIN MINERVA	CL	1	X	X	
	KLEIN NUTRIA	CC	2			X
	KLEIN POTRO	CC	1			X
	KLEIN PROMETEO	CI	1		X	X
	KLEIN PROTEO	CI	1		X	X
	KLEIN SERPIENTE	CL	2	X	X	
	KLEIN TAURO	CC	2			X
	KLEIN TITANIO CL	CI	2	X	X	
	KLEIN VALOR	CC	1			X
LIMAGRAIN	LG ARLASK	CI	1	X		
	LGWA11-0169 (PAMPERO)	0	0		X	
MACROSEED	MS INTA 116	CL	2	X	X	
	MS INTA 119 *	CL	3	X	X	
	MS INTA 415	CI	3		X	X
	MS INTA 617	CI	2		X	X
	MS INTA 815	CC	3			X
	MS INTA 819 *	CC	1			X
	MS INTA BONAERENSE 817	CL	2			X
NIDERA	BAGUETTE 620	CI	2	X	X	
SURSEM	LAPACHO	CL	2	X	X	

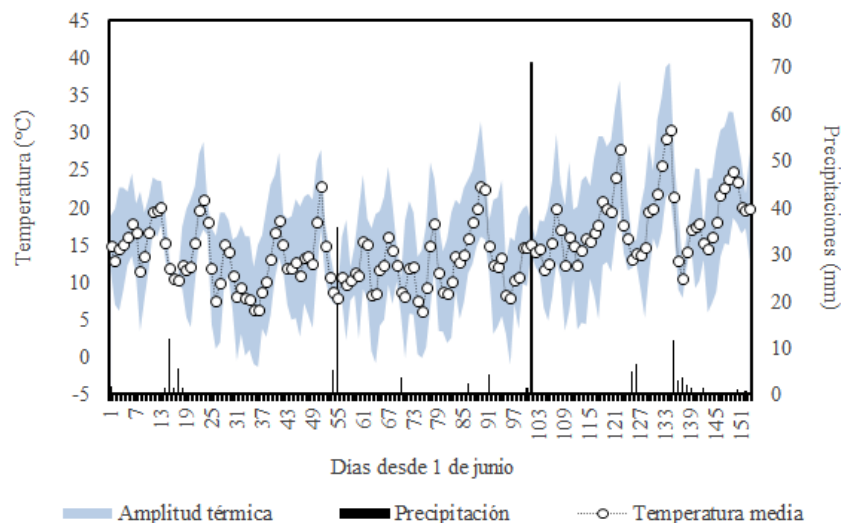


RESULTADOS

La campaña 2019 (Figura 2) comenzó con algunos excedentes hídricos durante los meses de abril y mayo que demoraron la primera fecha de siembra, pero que permitieron iniciar la campaña con un perfil recargado. Posteriormente, comenzó un invierno crudo donde las precipitaciones fueron inferiores a la media histórica (junio, julio y agosto).

Durante la primavera y el período crítico (PC) del cultivo, las lluvias fueron favorables, como así también las temperaturas medias, promoviendo un buen desarrollo del cultivo y la obtención de buenos rendimientos. No se registraron elevadas temperaturas ($>32^{\circ}\text{C}$) durante el llenado de granos, por lo que no hubo presencia de golpes de calor que afectaran el peso final de los granos.

Figura 2: Registro de la temperatura diaria, amplitud térmica y precipitaciones para el período comprendido entre junio 2019 a noviembre 2019. Datos obtenidos de la Estación Meteorológica EEA INTA Rafaela.



El cociente fototermal (QF), es un índice importante a considerar, en especial durante el período crítico, para la determinación de rendimiento. El mismo combina dos factores: temperatura y radiación, de manera que, cuando las relaciones fototermales son altas, los rendimientos tienden a maximizarse.

En la Figura 3 se observa el QF alrededor del PC (21-09 al 12-10), donde las condiciones fototermales fueron favorables durante el período de floración recomendado como ideal (21 de septiembre al 12 de octubre), con una temperatura en el período crítico de encañazón con valores superiores a los promedios normales y una buena oferta de radiación con respecto a la media.



Durante este período el peligro de ocurrencia de heladas fue inferior al 10% (riesgo aceptable), por lo cual no se afectó el rendimiento.

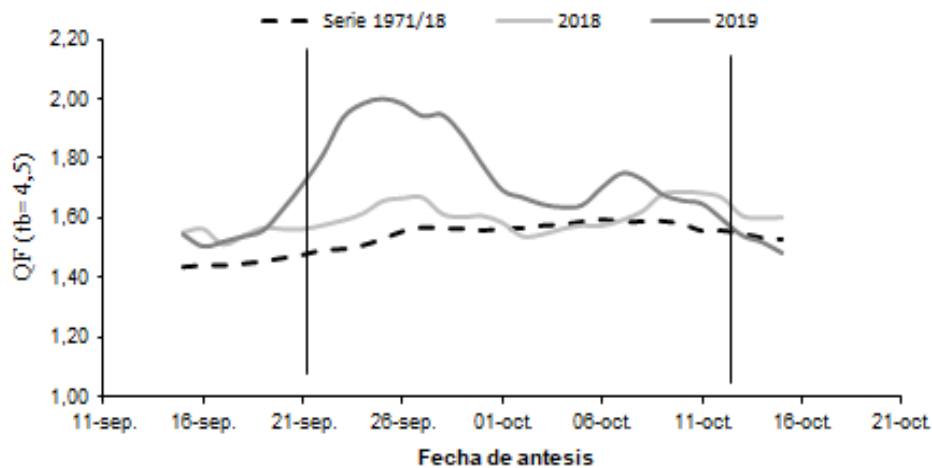


Figura 3: Evolución del cociente fototérmico (radiación global incidente/temperatura media - temperatura base) en el período de 25 días previos a cada fecha de floración para la serie 1971/2017 vs los registrados para las campañas 2018 y 2019. Barras verticales indican la ventana de fechas de floración recomendadas para Rafaela (21 de septiembre al 12 de octubre). EEA Rafaela, 2020.

Primera fecha de siembra

La primera fecha de siembra fue el 4 de junio, se evaluaron 21 cultivares correspondientes a ciclos largos e intermedios largos. La emergencia ocurrió 8 días más tarde.

El contenido hídrico inicial del perfil hasta el metro de profundidad fue de 254,5 mm, lo que representa un 78,7% de la capacidad máxima de retención del suelo.

Los resultados del análisis químico del suelo (0-20 cm) indicaban una adecuada fertilidad potencial al momento de la siembra, con un contenido de nitrógeno de nitratos no muy alto y un pH levemente ácido (Tabla 2).

Tabla 2: Valores de los parámetros químicos de suelo (0-20 cm) obtenidos y analizados en el ensayo y sus correspondientes rangos de normalidad.

		Valores de referencia
Materia orgánica (%)	2,56	2,3-3,2
Nitrógeno total (%)	0,15	0,14-0,15
Nitrógeno de nitratos (ppm)	17,9	16-20
Fósforo extraíble (ppm)	37	18-30
pH actual (1:2,5)	6	6,6-7,2
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0,092	4-8

La fecha promedio de antesis (Tabla 3) fue el 27 de septiembre (115 días posteriores a la emergencia), coincidente con el período objetivo de floración recomendado.



La altura promedio fue de 87 cm, valor superior al alcanzado la campaña pasada (Rosetti *et al*, 2019) con valores máximos de 104 cm y mínimos de 71 cm y ninguno de los materiales presentó vuelco a cosecha.

Las variedades llegaron a madurez fisiológica, en promedio, los primeros días de noviembre, permitiendo una cosecha temprana del cultivo y cumpliendo su ciclo en 161 días, valor cercano al de la campaña anterior (165 días).

Tabla 3: Fechas de los distintos estados fenológicos de trigo, días de emergencia a antesis, duración del llenado de grano y del ciclo total, altura en MF para la primera fecha de siembra en EEA Rafaela.

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Espigazón Z 5.5	Antesis Z 6.1	MF Z 8.6	Días Emerg-Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)
365	CIL	1	30-sep	03-oct	14-nov	115	42	163	90
ACA 303PLUS	CIL	2	30-sep	04-oct	10-nov	116	37	159	82
ACA 360	CIL	1	27-sep	02-oct	09-nov	114	38	158	87
ALGARROBO	CI	2	30-sep	03-oct	09-nov	115	37	158	71
BAGUETTE 620	CI	2	28-sep	03-oct	10-nov	115	38	159	79
BUCK BELLACO	CL	2	29-sep	07-oct	12-nov	119	36	161	88
BUCK COLIQUEO	CI	1	17-sep	21-sep	08-nov	103	48	157	74
BUCK DESTELLO	CL	1	04-oct	09-oct	18-nov	121	40	167	92
GUAYABO	CL	3	27-sep	02-oct	14-nov	114	43	163	80
JACARANDÁ	CL	3	23-sep	29-sep	09-nov	111	41	158	81
KLEIN CIEN AÑOS	CL	1	30-sep	08-oct	17-nov	120	40	166	90
KLEIN HURACAN	CL	3	27-sep	04-oct	14-nov	116	41	163	85
KLEIN MERCURIO	CL	1	30-sep	06-oct	11-nov	118	36	160	99
KLEIN MINERVA	CL	1	27-sep	04-oct	11-nov	116	38	160	96
KLEIN SERPIENTE	CL	2	26-sep	04-oct	12-nov	116	39	161	96
KLEIN TITANIO	CL	2	27-sep	03-oct	10-nov	115	38	159	104
LAPACHO	CL	2	30-sep	06-oct	11-nov	118	36	160	78
LG ARLASK	CI	1	21-sep	29-sep	10-nov	111	42	159	94
MS INTA 116	CL	2	27-sep	04-oct	13-nov	116	40	162	94
MS INTA 119	CL	3	03-oct	06-oct	14-nov	118	39	163	83
SY 120	CI	2	26-sep	03-oct	12-nov	115	40	161	75
Promedio			27-sep	03-oct	11-nov	115	39	161	87

En esta época de siembra se obtuvieron muy buenos rendimientos, siendo muy superiores en comparación a los obtenidos en la campaña anterior (1899 kg ha⁻¹). El rendimiento promedio fue de 5034 kg ha⁻¹ (Figura 4), con un máximo de 6070 kg ha⁻¹, alcanzado por el cultivar Buck Coliqueo, no encontrándose diferencias significativas ($p < 0,05$) entre este, LG Arlask y SY 120. Buck Coliqueo y SY 120 volvieron a demostrar un buen comportamiento por segunda campaña consecutiva.

El cultivar Algarrobo, al igual que en la campaña 2018 (Rosetti *et al*, 2019) se ubicó por debajo de la productividad media, alcanzando un rendimiento promedio de 3602 kg ha⁻¹, además presentó una alta variabilidad, esto se atribuye a la diferencia de rendimiento obtenidos entre los tratamientos con y sin fungicida (1400 kg ha⁻¹). Klein Serpiente fue otro material que presentó marcadas diferencias.

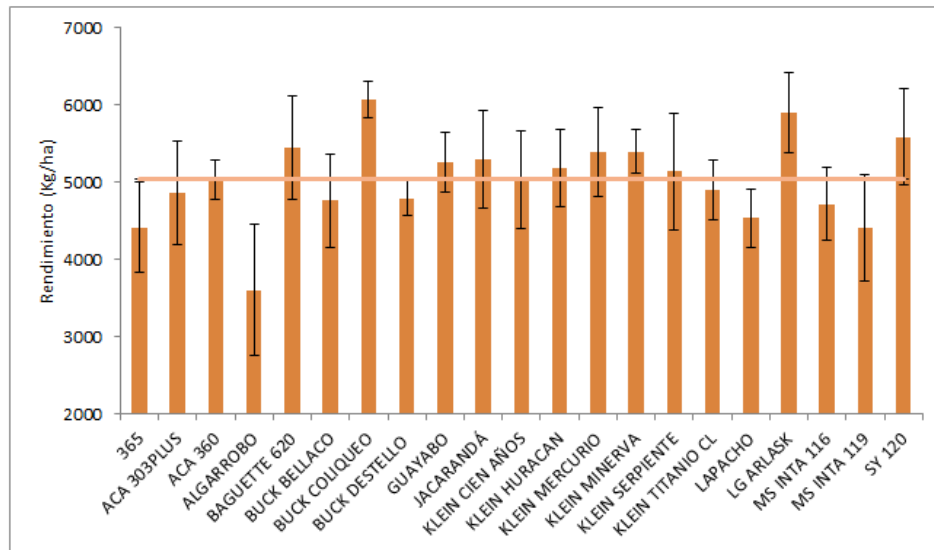


Figura 4: Rendimientos promedio en kg ha⁻¹ de las variedades de ciclo largo e intermedio largo sembradas en la primer fecha de siembra. EEA Rafaela. La línea horizontal indica el rendimiento general del ensayo.

En la primera época de siembra (Tabla 4) se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos con y sin aplicación de fungicida (CF y SF, respectivamente). El rendimiento promedio de las variedades CF fue de 5249 kg ha⁻¹, mientras que los SF obtuvieron un rendimiento promedio de 4819 kg ha⁻¹. Esta diferencia se explica por la presencia de enfermedades como Roya de la hoja y Roya amarilla, en estadios tempranos del cultivo y también durante su período crítico lo que afectó mayormente el número de granos aunque no así el peso de los mismos, ya que no se encontraron diferencias significativas en este componente entre los tratamientos de protección fúngica ($p < 0,05$). El peso de los granos (PG) promedio fue de 33,1 y 32,1 mg para los tratamientos CF y SF, respectivamente.

En cuanto a los grupos de calidad en los tratamientos CF, los materiales LG Arlask, Klein Minerva, ACA 303 PLUS y ACA 365 se categorizaron para el grupo 1 del estándar de comercialización (>79 kg hl⁻¹), 16 materiales lo hicieron para grupo 2 (>76 kg hl⁻¹), solo Buck Destello para grupo 3 (>73 kg hl⁻¹) y ningún material estuvo fuera de grado (<73 kg hl⁻¹). Para los tratamientos SF, los materiales que se categorizaron para grupo 1 fueron LG Arlask, Klein Minerva y ACA 303 Plus, 14 materiales lo hicieron para grupo 2, sólo 2 para grupo 3 y Algarrobo y MS INTA 116 estuvieron fuera de grado.

El peso hectolítrico promedio fue de 76 kg hl⁻¹, valor similar al alcanzado la campaña anterior (Rosetti et al, 2019) habiendo diferencias significativas entre los tratados y los no tratados con fungicida ($p < 0,05$).



Tabla 4: Rendimiento promedio en grano (corregido al 14% de humedad), con fungicida y sin fungicida, peso de mil granos (PG en mg) y peso hectolítrico (PH en kg/hl) de cada variedad en la primera fecha de siembra.

Cultivar	Rendimiento (kg/ha, 14% H ²)				PG (mg)		Peso hectolítrico (kg/hl)			
	Con		Sin		Con	Sin	Con		Sin	
	Fungicida		Fungicida		Fungicida	Fungicida	Fungicida		Fungicida	
ACA 303PLUS	5052	B	4678	B	33,1	31,1	80	A	80	A
ACA 360	5089	B	4976	A	36,3	36,0	78	A	76	B
ACA 365	4560	B	4271	B	33,5	33,7	79	A	79	A
ALGARROBO	4337	B	2866	C	29,6	26,3	74	B	68	B
BAGUETTE 620	5474	A	5420	A	32,7	32,7	74	B	75	B
BUCK BELLACO	4828	B	4689	B	33,3	33,2	77	A	77	A
BUCK COLIQUEO	6025	A	6115	A	31,9	31,6	76	B	75	B
BUCK DESTELLO	4805	B	4784	B	34,4	34,3	73	B	73	B
GUAYABO	5485	A	5038	A	29,7	28,4	73	B	73	B
JACARANDÁ	5675	A	4915	A	34,3	32,9	75	B	75	B
KLEIN CIEN AÑOS	5375	A	4692	B	35,7	34,4	78	A	75	B
KLEIN HURACAN	5417	A	4945	A	32,9	33,7	76	B	79	A
KLEIN MERCURIO	5478	A	5285	A	31,6	30,4	78	A	79	A
KLEIN MINERVA	5341	A	5453	A	34,8	35,1	81	A	81	A
KLEIN SERPIENTE	5823	A	4455	B	32,3	30,4	77	A	75	B
KLEIN TITANIO CL	5148	B	4651	B	37,9	36,9	77	A	78	A
LAPACHO	4850	B	4213	B	29,1	28,7	75	B	75	B
LG ARLASK	6205	A	5587	A	37,9	36,3	81	A	81	A
MS INTA 116	4956	B	4477	B	30,3	28,7	75	B	72	B
MS INTA 119	4933	B	3874	B	34,3	29,9	75	B	73	B
SY 120	5367	A	5807	A	29,1	30,3	74	B	76	B
Promedio	5249		4819		33,1	32,1	76		76	
CV (%)	7,32		9,57				2,87		3,3	
Fungicida	**		**				**		**	
Variedad										
Interacción										

Test de Scott & Knott. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$), %CV: coeficiente de variación. ** indica diferencias significativas.

Segunda fecha de siembra:

En la segunda época de siembra se evaluaron 34 materiales de ciclo largo e intermedio largo. La siembra se realizó el 4 de junio y la emergencia ocurrió 6 días más tarde.

La fecha promedio de antesis (Tabla 5) fue el 24 de septiembre, coincidente con el período objetivo de floración recomendado.

La altura promedio fue de 86 cm, valor superior al alcanzado la campaña pasada (57 cm) con valores máximos de 103 y mínimos de 72 cm y ninguno de los materiales presentó vuelco a cosecha.

Las variedades llegaron a madurez fisiológica, en promedio, los primeros días de noviembre, cumpliendo su ciclo en 159 días, valor cercano al de la campaña anterior (156 días).



Tabla 5: Fechas de los distintos estados fenológicos, días de emergencia a antesis, duración del llenado de grano y del ciclo total, altura en MF para la segunda fecha de siembra en EEA Rafaela.

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Espigazón Z 5.5	Antesis Z 6.1	MF Z 8.6	Días Emerg- Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)
365	CIL	1	28-sep	03-oct	10-nov	119	37	159	88
603	CI		16-sep	21-sep	07-nov	107	34	156	93
ACA 303PLUS	CIL	2	30-sep	03-oct	13-nov	119	40	162	82
ACA 360	CIL	1	24-sep	29-sep	12-nov	115	39	161	98
ACA 602	CI	2	14-sep	20-sep	06-nov	106	33	155	83
ALGARROBO	CI	2	29-sep	04-oct	14-nov	120	41	163	78
BAGUETTE 620	CI	2	30-sep	02-oct	11-nov	118	38	160	78
BUCK BELLACO	CL	2	28-sep	03-oct	14-nov	119	41	163	85
BUCK CAMBÁ	CI	1	27-sep	02-oct	11-nov	118	38	160	88
BUCK COLIHUE	CI	2	22-sep	30-sep	09-nov	116	36	158	92
BUCK COLIQUEO	CI	1	17-sep	22-sep	06-nov	108	33	155	78
BUCK METEORO	CI	1	24-sep	30-sep	09-nov	116	36	158	92
FLORIPAN 100	CC	2	13-sep	18-sep	10-nov	104	37	159	103
FLORIPAN 200	CI	3	30-sep	03-oct	09-nov	119	36	158	93
GUAYABO	CL	3	27-sep	30-sep	10-nov	116	37	159	88
JACARANDÁ	CL	3	21-sep	23-sep	08-nov	109	35	157	72
KLEIN CIEN AÑOS	CL	1	29-sep	03-oct	11-nov	119	38	160	87
KLEIN HURACAN	CL	3	27-sep	30-sep	10-nov	116	37	159	77
KLEIN LIEBRE	CI	3	17-sep	22-sep	07-nov	108	34	156	88
KLEIN MERCURIO	CL	1	28-sep	04-oct	12-nov	120	39	161	90
KLEIN MINERVA	CL	1	27-sep	02-oct	09-nov	118	36	158	91
KLEIN PROMETEO	CI	1	22-sep	27-sep	11-nov	113	38	160	95
KLEIN PROTEO	CI	1	21-sep	26-sep	05-nov	112	32	154	98
KLEIN SERPIENTE	CL	2	27-sep	04-oct	14-nov	120	41	163	89
KLEIN TITANIO CL	CL	2	26-sep	03-oct	13-nov	119	40	162	100
LAPACHO	CL	2	01-oct	05-oct	11-nov	121	38	160	75
LGWA11-0169 (PAMPERO)	CC		18-sep	22-sep	10-nov	108	37	159	88
MS INTA 116	CL	2	27-sep	04-oct	12-nov	120	39	161	92
MS INTA 119	CL	3	01-oct	08-oct	11-nov	124	38	160	85
MS INTA 415	CI	3	21-sep	24-sep	13-nov	110	40	162	81
MS INTA 617	CI	2	19-sep	21-sep	06-nov	107	33	155	77
ÑANDUBAY	CIC	2	21-sep	23-sep	07-nov	109	34	156	74
SY 120	CI	2	24-sep	27-sep	09-nov	113	36	158	73
SY 200	CI	2	21-sep	26-sep	08-nov	112	35	157	88
Promedio			24-sep	28-sep	09-nov	115	37	159	86

La segunda época de siembra alcanzó un rendimiento promedio de 5302 kg ha⁻¹ presentando mayor variabilidad entre variedades que la primera época de siembra. Con respecto al comportamiento varietal, se definieron dos grupos de productividad, donde la variedad Pampero obtuvo el mejor comportamiento (5992 kg ha⁻¹). Buck Colihue, que fue una nueva incorporación, se ubicó dentro del primer grupo, obtuvo un muy buen rendimiento. El material SY 120, que obtuvo el mejor rendimiento durante la campaña 2018, vuelve a ubicarse en el primer grupo de productividad. En el segundo grupo se destaca Klein Titanio CL, que vuelve a repetir un buen comportamiento al igual que las 2 campañas anteriores.



Tanto el peso de los granos (mg) como el peso hectolítrico presentaron diferencias significativas entre los cultivares ($p < 0,05$). El PG promedio fue de 33 mg, valor inferior al alcanzado la campaña anterior (Rosetti et al, 2019).

El peso hectolítrico promedio alcanzado fue de 78 kg hl⁻¹, donde se destaca el material ACA 303 PLUS.

En cuanto a calidad comercial, 10 materiales categorizaron para grupo 1 (>79 kg hl⁻¹) y los 24 restantes lo hicieron para grupo 2 (>76 kg hl⁻¹) y ningún material estuvo fuera de grado 2 (<73 kg hl⁻¹).

Tercera fecha de siembra:

La tercera época fue sembrada el 25 de junio, ocurriendo 7 días más tarde su emergencia. Se evaluaron 34 materiales de ciclo corto e intermedio corto.

La fecha de antesis promedio alcanzada por los materiales fue el 28 de septiembre (Tabla 7), logrando una duración promedio del ciclo de 140 días, valor similar al de la campaña anterior (142 días). La altura promedio alcanzada por las variedades fue de 82 cm, no presentando vuelco a cosecha.

La tercera fecha de siembra (Figura 5) no sólo fue la que presentó la mayor variabilidad en cuanto a rendimientos, sino que, además, fue la que obtuvo el menor rendimiento medio (4435 kg ha⁻¹). Esto se atribuye a que las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo no fueron tan favorables y fueron más variables y a que durante el mes de agosto, momento en que transcurría su período vegetativo, las precipitaciones fueron escasas, por lo que la falta de agua repercutió en la producción de macollos y, en consecuencia, en el rendimiento parcelario.



Tabla 6: Rendimiento promedio en grano (corregido al 14% de humedad), con fungicida y sin fungicida, peso de mil granos (PG en mg) y peso hectolítrico (PH en kg hl⁻¹) de cada variedad en la segunda fecha de siembra.

Cultivar	Rendimiento (kg/ha, 14% H ²)		PG (mg)		Peso hectolítrico (kg/hl)	
ACA 365	4937	B	34,0	A	80	A
ACA 603	4595	B	30,8	B	76	B
ACA 303PLUS	5003	B	33,3	A	84	A
ACA 360	5739	A	35,3	A	80	A
ACA 602	5437	A	35,9	A	80	A
ALGARROBO	5091	B	30,3	B	78	A
BAGUETTE 620	5297	B	32,4	B	74	B
BUCK BELLACO	4964	B	34,9	A	79	A
BUCK CAMBÁ	5556	A	30,8	B	78	A
BUCK COLIHUE	5907	A	36,8	A	78	A
BUCK COLIQUEO	5852	A	30,5	B	76	B
BUCK METEORO	4958	B	32,8	A	80	A
FLORIPAN 100	5026	B	37,7	A	78	B
FLORIPAN 200	4619	B	34,3	A	79	A
GUAYABO	4984	B	29,7	B	76	B
JACARANDÁ	5777	A	30,9	B	74	B
KLEIN CIEN AÑOS	4875	B	33,2	A	77	B
KLEIN HURACAN	5412	A	31,2	B	78	A
KLEIN LIEBRE	5926	A	31,6	B	79	A
KLEIN MERCURIO	5816	A	31,9	B	79	A
KLEIN MINERVA	4858	B	34,8	A	80	A
KLEIN PROMETEO	5712	A	34,9	A	79	A
KLEIN PROTEO	4739	B	34,9	A	81	A
KLEIN SERPIENTE	5501	A	33,3	A	77	B
KLEIN TITANIO CL	5301	B	36,0	A	80	A
LAPACHO	4644	B	28,1	B	75	B
LGWA11-0169 (PAMPERO)	5992	A	29,5	B	76	B
MS INTA 116	5492	A	30,1	B	78	A
MS INTA 119	5229	B	32,3	B	76	B
MS INTA 415	5249	B	33,2	A	79	A
MS INTA 617	4953	B	31,1	B	75	B
ÑANDUBAY	5433	A	30,4	B	75	B
SY 120	5462	A	29,6	B	76	B
SY 200	5940	A	34,3	A	81	A
Promedio	5302		33		78	
CV (%)	10,33		5,19		1,89	
Variedad	**		**		**	

Test de Scott & Knott. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$), %CV: coeficiente de variación. ** indica diferencias significativas.



Tabla 7: Fechas de los distintos estados fenológicos de trigo, días de emergencia a antesis, duración del llenado de grano y del ciclo total, altura en MF para la tercera fecha de siembra en EEA Rafaela

Cultivar	Ciclo	Grupo calidad	Espigazón Z 5.5	Antesis Z 6.1	MF Z 8.6	Días Emerg- Antesis	Días llenado de grano	Ciclo total (días)	Altura en MF (cm)
ACA 908	CC	1	26-sep	02-oct	08-nov	97	36	136	89
ACA 602	CI	2	30-sep	04-oct	13-nov	99	39	141	77
915	CC	2	22-sep	29-sep	08-nov	94	39	136	91
914	CC	3	21-sep	28-sep	09-nov	93	41	137	88
ACA 909	CC	2	27-sep	05-oct	14-nov	100	39	142	93
KLEIN NUTRIA	CC	2	27-sep	03-oct	12-nov	98	39	140	84
FLORIPAN 100	CC	2	27-sep	03-oct	11-nov	98	38	139	102
BUCK COLIHUE	CI	2	29-sep	04-oct	15-nov	99	41	143	83
BIOCERES 1008	CC	3	27-sep	04-oct	07-nov	99	33	135	86
BUCK CLARAZ	CC	1	25-sep	03-oct	13-nov	98	40	141	77
BUCK SAETA	CC	1	25-sep	02-oct	10-nov	97	38	138	87
BIOINTA 1006	CC	2	27-sep	03-oct	08-nov	98	35	136	87
920	CC		29-sep	03-oct	10-nov	98	37	138	88
916	CC		27-sep	04-oct	09-nov	99	35	137	84
SN 90	CC	2	27-sep	03-oct	14-nov	98	41	142	81
KLEIN LIEBRE	CI	3	04-oct	08-oct	17-nov	103	39	145	78
TBIO AUDAZ	CC	1	27-sep	02-oct	11-nov	97	39	139	73
MS INTA BONAERENSE 817	CC	3	26-sep	02-oct	10-nov	97	38	138	73
MS INTA 415	CI	3	07-oct	09-oct	13-nov	104	34	141	73
HO ATUEL	CC	2	30-sep	05-oct	12-nov	100	37	140	80
KLEIN VALOR	CC	1	30-sep	03-oct	17-nov	98	44	145	83
GINGKO	CC	3	27-sep	03-oct	15-nov	98	42	143	83
KLEIN PROMETEO	CI	1	03-oct	09-oct	14-nov	104	35	142	81
JACARANDÁ	CL	3	07-oct	10-oct	14-nov	105	34	142	61
KLEIN TAURO	CC	2	28-sep	04-oct	14-nov	99	40	142	95
BUCK CAMBÁ	CI	1	04-oct	07-oct	14-nov	102	37	142	76
ÑANDUBAY	CIC	2	06-oct	09-oct	15-nov	104	36	143	66
KLEIN PROTEO	CI	1	30-sep	08-oct	12-nov	103	34	140	93
603	CI		27-sep	04-oct	11-nov	99	37	139	93
MS INTA 815	CC	3	30-sep	03-oct	10-nov	98	37	138	81
SY 330	CC	2	25-sep	01-oct	09-nov	96	38	137	71
KLEIN POTRO	CC	1	29-sep	05-oct	11-nov	100	36	139	80
MS INTA 617	CI	2	05-oct	07-oct	12-nov	102	35	140	75
MS INTA 819	CC	1	27-sep	02-oct	08-nov	97	36	136	83
Promedio			28-sep	04-oct	11-nov	99	38	140	82

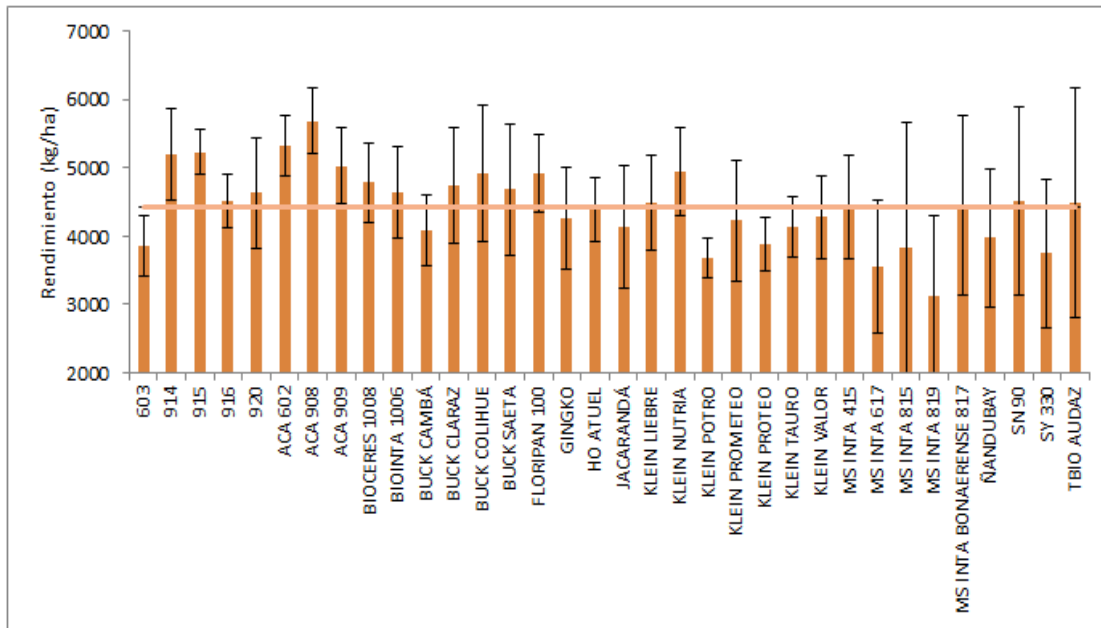


Figura 5: Rendimientos promedio en kg ha⁻¹ de las variedades de ciclo largo e intermedio largo sembradas en la tercera fecha de siembra. EEA Rafaela. La línea horizontal indica el rendimiento general del ensayo.

El uso de fungicidas no generó un comportamiento diferencial en el rendimiento. Con respecto al comportamiento varietal, se definieron dos grupos de productividad, donde el material ACA 908 obtuvo el mejor rendimiento (5681 kg ha⁻¹). En cuanto al segundo grupo de productividad, donde se ubican los materiales que alcanzaron rendimientos mayores a 3122 kg ha⁻¹, se destaca el material Klein Valor (4278 kg ha⁻¹), que volvió a repetir buen comportamiento con respecto a la campaña 2018 (Rosetti *et al*, 2019). El cultivar Buck Claraz fue el que presentó mayor diferencia (684 kg ha⁻¹) en tratamientos CF y SF.

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos en los parámetros asociados a la calidad del grano (PMG y PH). El PMG y PH promedio fueron de 35,1 mg y 73 kg hl⁻¹, respectivamente.

Los PH fueron variables entre materiales, ningún material categorizó para grado 1 de calidad comercial (>79 kg hl⁻¹), 15 lo hicieron para grupo 2 (>76 kg hl⁻¹), y 19 estuvieron fuera de grado (>73 kg hl⁻¹).



Tabla 8: Rendimiento promedio en grano (corregido al 14% de humedad), con fungicida y sin fungicida, peso de mil granos (PG en mg) y peso hectolítrico (PH en kg/hl) de cada variedad en la segunda fecha de siembra.

Cultivar	Rendimiento (kg/ha, 14% H ²)		PG (mg)		Peso hectolitrico (kg/hl)			
	Con Fungicida	Sin Fungicida	Con Fungicida	Sin Fungicida	Con Fungicida	Sin Fungicida		
ACA 602	5603	5036	A *	34,4	C	34,8	78	77
ACA 603	4103	3630	B	32,4	C	32,0	74	73
ACA 908	5763	5600	A	36,4	B	35,5	77	78
ACA 909	4850	5212	A	39,5	B	36,7	76	76
ACA 915	5278	5190	A	42,8	A	42,3	74	74
ACA 916	4450	4590	A	33,2	C	32,8	72	71
ACA 920	4079	5190	A	35,1	B	37,5	72	73
BIOCERES 1008	5155	4413	A	38,7	B	34,3	73	74
BIOINTA 1006	4546	4728	A	36,7	B	35,5	73	73
BUCK CAMBÁ	3936	4236	B	28,9	D	30,7	71	69
BUCK CLARAZ	5087	4403	A	35,9	B	37,6	78	77
BUCK COLIHUE	4936	4897	A	39,3	B	36,4	74	73
BUCK SAETA	4465	4900	A	35,1	C	33,3	76	75
FLORIPAN 100	5163	4690	A	41,5	A	39,2	75	75
GINGKO	4185	4338	B	38,7	A	38,4	71	72
GYT 914	4866	5526	A	39,1	A	42,4	71	70
HO ATUEL	4100	4661	A	33,2	C	34,1	67	66
JACARANDÁ	4530	3743	B	29,2	D	28,4	64	63
KLEIN LIEBRE	4622	4366	A	29,2	D	30,1	73	74
KLEIN NUTRIA	4941	4937	A	39,3	A	38,7	78	78
KLEIN POTRO	3640	3728	B	34,9	C	33,6	73	71
KLEIN PROMETEO	4525	3927	B	33,9	C	34,7	74	72
KLEIN PROTEO	3777	4004	B	33,1	C	33,3	78	78
KLEIN TAURO	3907	4360	B	40,0	A	39,5	74	73
KLEIN VALOR	4332	4224	B	35,5	B	36,5	70	72
MS INTA 415	4173	4677	A	32,3	C	33,1	72	74
MS INTA 617	3962	3145	B	30,9	D	27,7	70	68
MS INTA 815	3683	3980	B	36,4	C	33,3	71	69
MS INTA 819	3199	3046	B	34,7	C	34,0	70	67
MS INTA BONAERENSE 817	4916	3982	A	40,4	A	39,6	71	70
ÑANDUBAY	3964	3986	B	30,5	D	31,5	68	74
SN 90	4090	4933	A	30,7	D	32,0	71	73
SY 330	3248	4259	B	36,8	B	36,5	70	70
TBIO AUDAZ	3968	5016	A	32,9	C	32,9	72	71
Promedio	4413	4457		35,3		35,0	73	73
CV (%)								
Fungicida	ns	ns						
Variedad	**	**						
Interacción	ns	ns						

Test de Scott & Knott. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$), %CV: coeficiente de variación, ns: diferencia no significativa. *: indica diferencias significativas entre variedades, no entre tratamientos tratados con fungicida y sin fungicida.



BIBLIOGRAFÍA

- Brach, A y Zuil, S. Estabilidad y adaptabilidad: criterios que contribuyen en la elección de variedades de trigo. 2018. Voces y ecos N°39. Pág: 9-13.
- Cuniberti, M. B. 2011. Trigo: Muestreo en pre-cosecha y clasificación calidad industrial de variedades argentinas. INTA Marcos Juárez. (https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-trigo_muestreo_en_pre-cosecha_y_clasificacin-nov_2011.pdf)
- PAS (Panorama Agrícola Semanal) Informe pre-campaña N°31. Trigo 2020/21. 2020. Bolsa de Cereales, departamento de estimaciones agrícolas. (online). <file:///C:/Users/Luci%20Rosetti/Downloads/informeprecampaniatrigo2020-21.pdf>
- Di Rienzo J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada & C.W Robledo. 2018. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>.



ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA UNA MEJOR ELECCIÓN DE LA VARIEDAD DE TRIGO A SEMBRAR

ROSETTI, L.^{1*}; ZUIL, S.¹ y LOZANO CORONEL A.¹

¹INTA EEA Rafaela

*Autor de contacto: rosetti.lucia@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El objetivo central en un sistema de producción de granos, es lograr la expresión fenotípica de los caracteres de interés para maximizar los rendimientos potenciales. Esto está determinado por efectos atribuibles al ambiente (A), al genotipo (G) y a la interacción entre ambos (GXA). La interacción GXA es la principal causa de las diferencias entre los genotipos y está asociada al comportamiento diferencial que presentan los mismos bajo diferentes condiciones de desarrollo y años de evaluación (Pérez-Ruiz *et al*, 2015).

El rendimiento potencial de un cultivo se define como el máximo rendimiento alcanzable en ausencia de limitantes hídricas y nutricionales cuando las malezas, plagas y enfermedades están controladas. Mientras que el rendimiento obtenido está definido por la elección del genotipo y la capacidad del cultivo para interceptar la radiación incidente y asimilar el CO₂ atmosférico (Van Ittersum y Rabbinge, 1997).

El rendimiento del trigo puede ser explicado analizando sus componentes numéricos, como son el número de granos y el peso final de los mismos, producto de la tasa y duración del llenado. Asimismo, el número de granos producidos es el que mejor explica las variaciones en el rendimiento final. Este componente se encuentra ligado a factores ambientales y de manejo.

Entre el 8 y el 21% de la variabilidad de resultados de una campaña es explicada por la combinación de variedad, fecha de siembra, espaciamiento entre hileras y densidad (Brach *et al*, 2018). Por este motivo, la correcta elección del genotipo de trigo para el ambiente en que se va a producir, es uno de los factores más importantes que define el rendimiento y una de las prácticas de manejo, junto a la elección de la fecha de siembra y la densidad de plantas, a tener en cuenta para lograr un exitoso planteo productivo y un mejor aprovechamiento de los recursos ambientales.

A la hora de seleccionar una variedad, hay varios aspectos a considerar como rendimiento, sanidad, calidad y estabilidad. Los tres primeros aspectos mencionados son intrínsecos al genotipo, con respuesta ligada al ambiente (Brach *et al*, 2018). Por lo tanto, conocer la productividad media (adaptación) y probables variaciones (estabilidad) de las diferentes variedades, forma parte de la información básica para reducir el error al seleccionar las variedades (Zuil, 2017).



De esta manera, cuando el ambiente es bueno, es decir que no presenta limitaciones, se intentará hacer un máximo aprovechamiento a través de la selección de variedades de alto potencial que expresen un mayor rendimiento en esos ambientes. Asimismo, para ambientes que presenten restricciones (factores abióticos), otras variedades deberían ser consideradas (Brach et al, 2018).

El presente trabajo evalúa la estabilidad y adaptabilidad de diferentes variedades evaluadas dentro de la Red Nacional de ensayos comparativos de rendimiento de variedades de trigo pan (RET), las mismas fueron evaluadas en cinco campañas (2014-2019). El objetivo es brindar una herramienta de ayuda para la correcta elección de la variedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La RET, es una actividad bajo protocolo coordinada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). El INTA Rafaela participa en dicha red como un sitio de evaluación correspondiente a la subregión triguera I. Las evaluaciones se realizan en el campo experimental de la EEA Rafaela (Lat. 31° 11´S y 61° 30´O), Santa Fe. En estos ensayos territoriales, se evalúan variedades comerciales de diferentes empresas repartidas en cuatro fechas de siembra, desde mayo a julio, dependiendo del ciclo del cultivar, variando la densidad de siembra de 250 a 300 plantas por metro cuadrado. En este trabajo se analizan dos fechas de siembra (óptima y tardía), donde además de evaluar el comportamiento productivo se evalúa la sanidad de los cultivares y el efecto de la aplicación de fungicida en el estado de hoja bandera (Zadoks 3.7). En la fecha óptima se evalúan las variedades de ciclo largo e intermedio largo mientras que en la fecha de siembra tardía, las de ciclo corto e intermedio corto (Figura 1).

Campaña	2015		2016		2017		2018		2019	
	Óptima	Tardía	Óptima	Tardía	Óptima	Tardía	Óptima	Tardía	Óptima	Tardía
Fecha de siembra	20-may	23-jul	03-jun	21-jul	22-may	13-jun	28-may	22-jun	04-jun	04-jul
Análisis químico										
Materia orgánica (%)	2,4		2,4		2,34		2,25		2,56	
Nitrógeno total (%)	0,095		0,1		0,13		0,13		0,15	
Nitrógeno de nitratos (ppm)	10,4		6,6		16,5		12,2		17,9	
Fósforo (ppm)	28		35,4		33,3		52,9		37	
pH (1: 2,5)	6,2		6,3		6,11		5,86		6	
Agua útil (1,5 m) (mm)	216		320		340,6		97		254,5	
	Villar y Rosetti, 2016		Rosetti y Villar, 2017		Rosetti y Villar, 2018		Rosetti y Lozano Coronel, 2019		Rosetti, Zuil, Schlie, Lozano Coronel, 2020	

Figura 1: Fechas de siembra, análisis químicos de suelo y agua útil a la siembra de las campañas analizadas.



Estabilidad

La estabilidad es la capacidad genética de mantener el rendimiento a través de distintos ambientes, pudiendo ser estática (logro del mismo rendimiento en toda la serie de ambientes) o dinámica (logro de un rendimiento igual al promedio ambiental en todo el rango explorado).

Debido a la complejidad de analizar muchas campañas, lo que exige repetitividad de los cultivos a lo largo de las mismas e implica la dificultad dentro de la RET debido a la aparición de nuevos cultivares y discontinuidad de otros, en la evaluación se decidió considerar cinco campañas de la RET. Se evaluaron dos fechas de siembra: la primera que incluye variedades de ciclos largos e intermedios largos y la tercera fecha, con variedades de ciclos cortos e intermedios cortos. Cada fecha de siembra representó un ambiente en cada campaña del cultivo.

Se realizó un análisis simple de estabilidad y productividad a través del rendimiento de la variedad en función del cociente de variación (CV) (Figura 2). El rendimiento relativo (RR) adquiere un valor porcentual y se encuentra ligado a los datos obtenidos en las diferentes campañas, mientras que el CV se expresa mediante un dato porcentual e indica la variación de un dato a otro. Cuanto menor es el valor, indica una menor variabilidad y, en consecuencia, una mayor estabilidad.

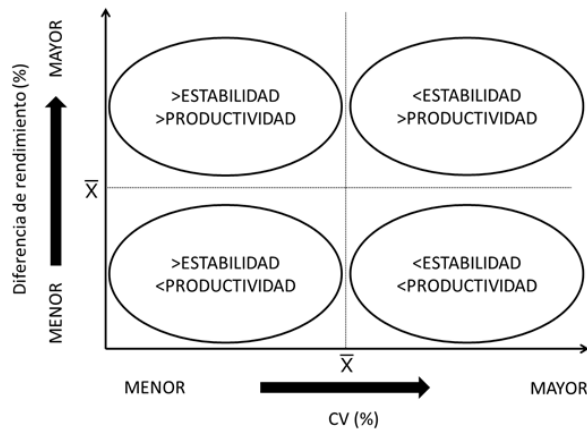


Figura 2: Esquema para la interpretación entre cociente de variación y rendimiento. La línea vertical indica el coeficiente de variación (%) y la línea horizontal indica la diferencia de rendimiento (%).

Como se puede observar en el esquema, se obtienen cuatro cuadrantes que permiten ordenar gráficamente las variedades consideradas en este estudio según su mayor o menor estabilidad (izquierda a derecha respectivamente), como así también mayor o menor rendimiento (cuadrante superior e inferior). Esto permite interpretar de manera gráfica el comportamiento de las diferentes variedades a través del tiempo.



Fecha de siembra óptima:

En esta fecha de siembra se evaluó la estabilidad de 11 cultivares comerciales, que participaron de entre tres y cinco campañas evaluadas con aplicación y sin aplicación de fungicida dentro de la RET (Figura 3).

A modo de análisis de lo presentado en la Figura 2, las variedades que se ubican en el cuadrante superior izquierdo son aquellas que presentan mayor estabilidad y rendimiento. Por otro lado, las ubicadas en el cuadrante inferior derecho, son variedades que no son adecuadas para el ambiente productivo evaluado.

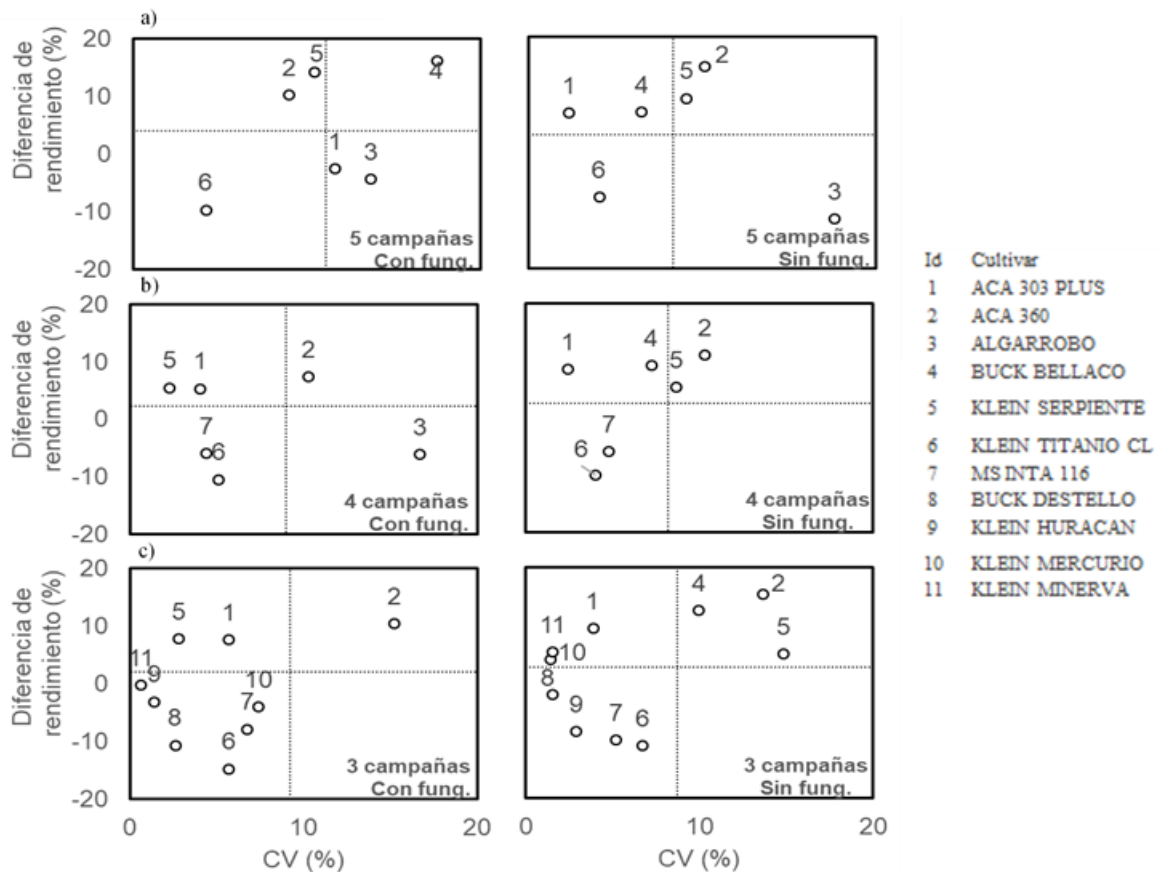


Figura 3: Diferencial de rendimiento relativo (%RR) en función del cociente de variación (CV), de variedades de ciclo largo e intermedio largo correspondiente a la fecha de siembra óptima de la RET de a) 5 campañas (con y sin fungicida) b) 4 campañas (con y sin fungicida) c) 3 campañas (con y sin fungicida). El número corresponde a cada variedad. La línea horizontal representa valor promedio del RR y la vertical valor promedio para el CV.



Al analizar cinco campañas (Figura 3 a), se observa que los cultivares ACA 360 (2) y Klein Serpiente (5) alcanzaron, tanto en el ambiente con como en el sin fungicida, valores de rendimiento por encima del valor promedio de los años evaluados (alta productividad), sin embargo lograron una mejor estabilidad en el tratamiento con fungicida. La variedad Algarrobo (3) alcanzó valores de rendimiento inferiores a la media para ambos ambientes, además de presentar una baja estabilidad, que fue mayor en el tratamiento sin fungicida (17% por debajo del promedio). Klein Titanio CL (6) presentó igual comportamiento en ambos tratamientos, logrando una alta estabilidad, pero baja productividad

Al analizar tres campañas (Figura 2 c), se puede observar que el volumen de datos se incrementa, puesto que hay mayor cantidad de cultivares que comparten los tres años de evaluación. Se puede observar, que al igual que en el análisis de 5 campañas, ACA 360 (2) y Klein Serpiente (5) logran una buena productividad para ambos tratamientos. Cabe aclarar que cuando se evalúa una menor cantidad de años, es probable que se sobrevalore el comportamiento de los cultivares. A modo de ejemplo se puede observar el caso de la variedad ACA 303 PLUS (1), que en el análisis para cinco campañas con fungicida alcanzó valores de CV superiores al 10% y una productividad menor al promedio, sin embargo al examinarlo en menos campañas presentó un CV del 8% y un rendimiento mayor al promedio, ubicándolo como un cultivar de elevada productividad y estabilidad.

Para esta época de siembra se puede observar menor variación en los tratamientos con fungicida en las cinco, cuatro y tres campañas analizadas, respectivamente. Gran cantidad de las variedades se ubican en el cuadrante superior izquierdo, indicando alta estabilidad y productividad.

A modo de ejemplo, en la Figura 4, se puede observar que BUCK Saeta (5) alcanzó rendimientos superiores en todas las campañas analizadas y un CV menor al 5%, lo que indica que es una variedad que para este ambiente presenta una alta estabilidad y productividad.

Cuando se observa el análisis de tres campañas (Figura 4 c), los cultivares, Klein Prometeo (14) y Floripan 100 (15) fueron extremadamente variables, puesto que presentaron un CV que excedió al 20% y una baja productividad, que indica que son variedades no aptas para el ambiente evaluado.

Fecha de siembra tardía:

En la fecha tardía se evaluaron 16 variedades, todas participaron entre las 3^o y 5^o campañas con y sin aplicación de fungicida dentro de la RET (Figura 4).

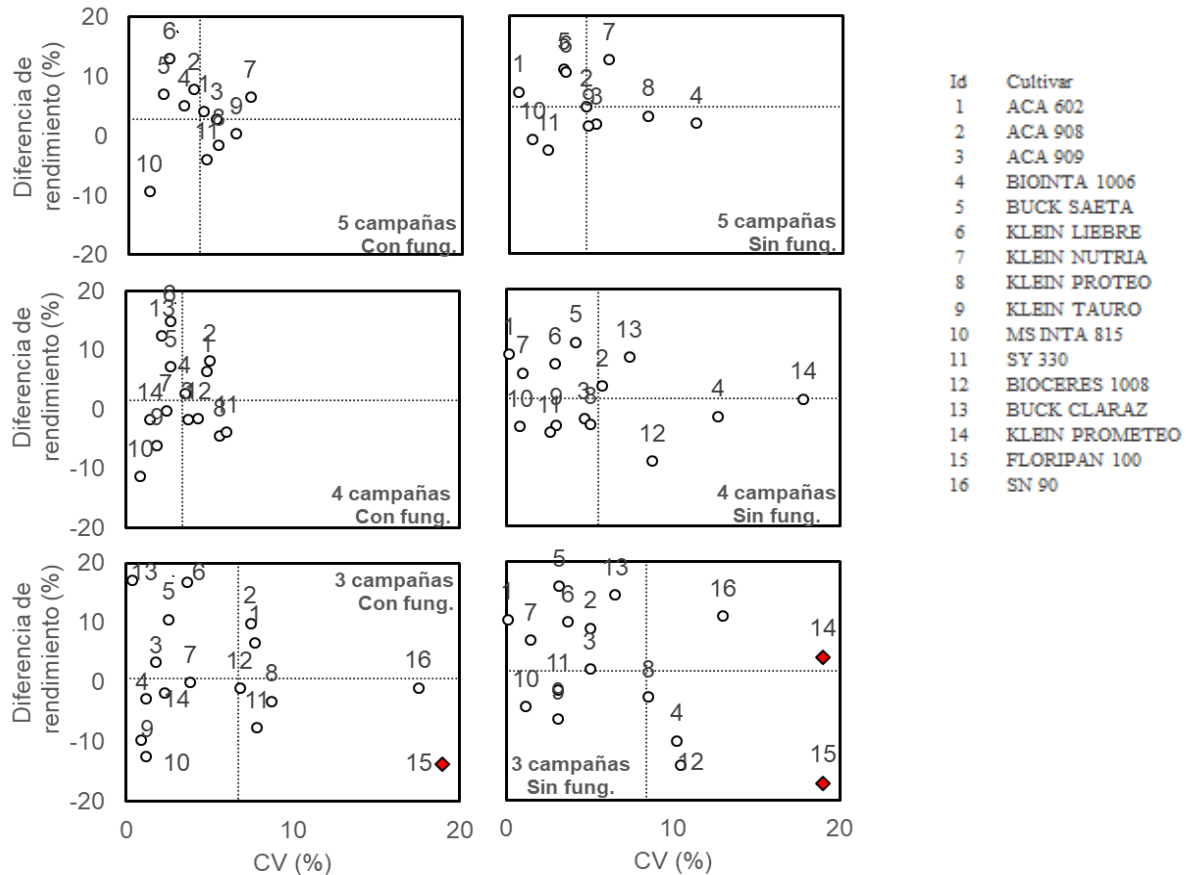


Figura 4: Diferencial de rendimiento relativo (%RR) en función del cociente de variación (CV) de variedades de ciclo corto e intermedio corto correspondientes a la tercera fecha de siembra de la RET de a) 5 campañas (con y sin fungicida) b) 4 campañas (con y sin fungicida) c) 3 campañas (con y sin fungicida). El número corresponde a cada variedad. La línea horizontal representa valor promedio del RR y la vertical valor promedio para el CV. Rombo indica que los cultivares presentaron un CV superior al 20%.

Adaptabilidad

El análisis de estabilidad por sí solo no brinda información suficiente para la toma de decisión en la elección de siembra de un cultivar. Se requiere agregar el análisis de adaptabilidad, que permite analizar si para determinado ambiente una variedad puede expresar su potencial o no.

La adaptabilidad es la habilidad de un cultivar de manifestar un buen desempeño en determinadas condiciones ambientales, es decir, se considera la producción promedio. Existe una respuesta diferencial de los genotipos ante variaciones en las condiciones ambientales (Brach et al, 2018).



El análisis de adaptabilidad se realizó mediante una regresión lineal (Índice ambiental linealmente ajustado) entre el rendimiento ambiental (calculado como el rendimiento promedio de cada campaña) y el rendimiento de cada cultivar. En este método se analizó el parámetro “a” (Figura 5), que representa la regresión lineal entre el rendimiento del cultivar y el rendimiento ambiental.

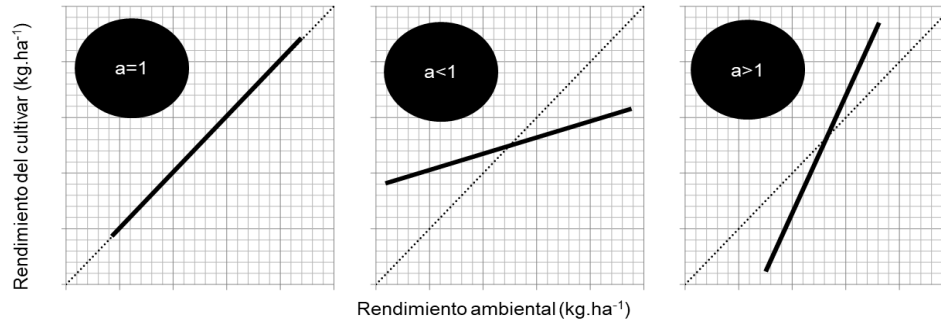


Figura 5: Parámetro “a” y su interpretación para la determinación del comportamiento de una variedad en función del rendimiento ambiental.

Si el valor de la pendiente (a) es igual a 1, indica que el rendimiento del cultivar es igual al rendimiento ambiental, cuando es menor a 1, el cultivar en ambientes de menor calidad presenta un rendimiento mayor al promedio, pero en ambientes buenos la productividad es menor al promedio. Finalmente, si alcanza valores mayores a 1, indica que alcanza rendimientos superiores al promedio en ambientes de alto potencial y una productividad menor al promedio en ambientes de bajo potencial (Figura 5).

Esta información aporta criterios más precisos para considerar en la elección de la variedad a sembrar, ya que asocia el comportamiento a la oferta ambiental del lote (Brach et al, 2018).

En base a este análisis, se propone un esquema en el que se analiza la estabilidad en función del valor “a”, para una simple y rápida detección de los cultivares de manera gráfica (Figura 6). En el eje (x), se ubica el valor “a” y en el eje (y) un coeficiente de estabilidad, representado como el error cuadrático medio (ECM). Este valor, cuanto más cercano está del 0, es más estable (arriba hacia abajo) y a medida que aumenta, decrece la estabilidad.

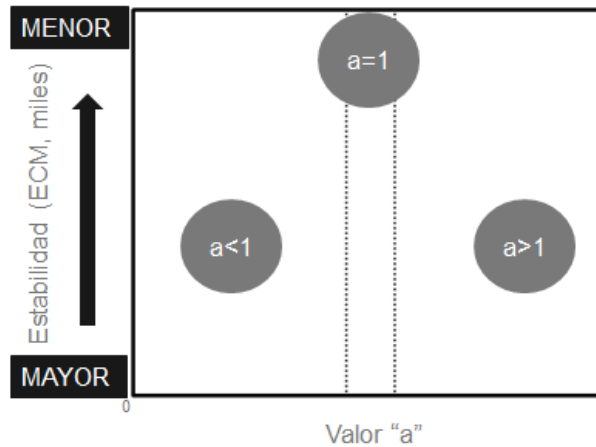


Figura 6: Esquema del análisis de la estabilidad en función del valor de la pendiente “a”. Líneas verticales indican valores de la pendiente con una probabilidad menor a 5%.

Fecha de siembra óptima:

En la fecha de siembra óptima se evaluaron 11 variedades comerciales, que participaron en la RET en 3, 4 y 5 campañas (Figura 7). Se analizaron los datos de las variedades tratadas y no tratadas con fungicida, en conjunto.

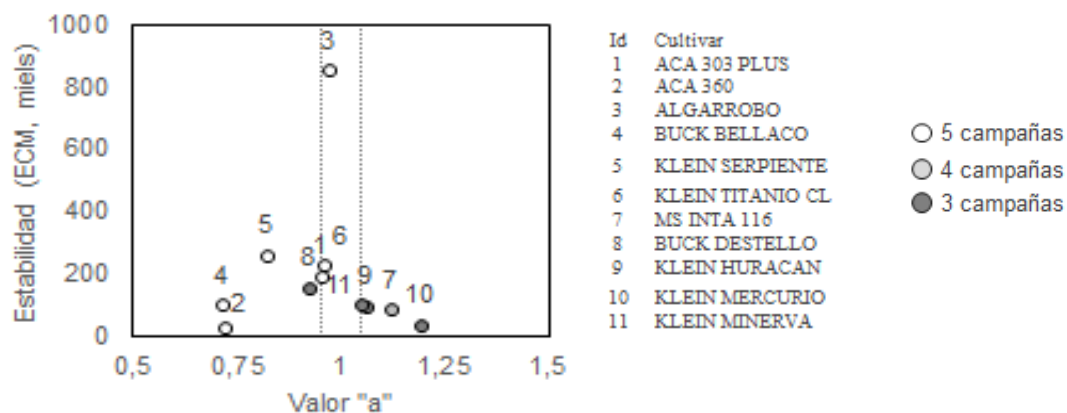


Figura 7: Esquema del análisis de la estabilidad (ECM) en función del valor de la pendiente “a” correspondiente al comportamiento varietal de las variedades de ciclo largo e intermedio largo, de fecha de siembra óptima de la RET. Los símbolos de color blanco representan los materiales presentes en 5 campañas, los grises claros los presentes en 4 y los grises oscuros los presentes en 3 campañas.

En la Figura 7, el cultivar Algarrobo (3), presentó elevada variabilidad, representado con un alto valor de ECM. Esto se explica porque en este gráfico se encuentran analizados en conjunto los tratamientos con y sin fungicida, en consecuencia, el cultivar pierde estabilidad. Asimismo, su productividad es la misma en todos los ambientes ($a=1$).



Por otro lado, las variedades Buck Bellaco (4) y Klein Serpiente (5), presentaron valores bajos de ECM, lo que indica una buena estabilidad y un valor “a” menor a 1, expresando un mejor desempeño productivo en ambientes de menor potencial. Caso contrario sucede en los cultivares MS INTA 116 (7) y Klein Mercurio (10), que alcanzaron valores de la pendiente mayores a 1, indicando mejores rindes en ambientes de alto potencial, pero menores en ambientes de bajo potencial.

Fecha de siembra tardía:

Para la fecha de siembra tardía se evaluaron 16 variedades comerciales, que participaron en la RET en 3, 4 y 5 campañas (Figura 8). Se analizaron los datos de los tratados y no tratados con fungicida, en conjunto.

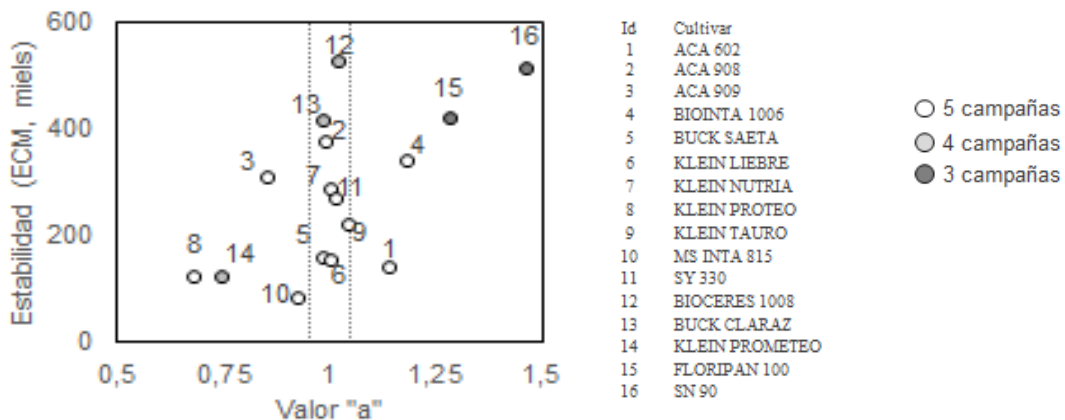


Figura 8: Esquema del análisis de la estabilidad (ECM) en función del valor de la pendiente “a”, correspondiente al comportamiento varietal de variedades de ciclo corto e intermedio corto, de la fecha de siembra tardía de la RET. Los símbolos de color blanco representan los materiales presentes en 5 campañas, los grises claros los presentes en 4 y los grises oscuros los presentes en 3 campañas.

Al analizar la Figura 8, se observa que la variedad Floripan 100 (15), presenta un buen desempeño en ambientes de alto potencial, pero una alta inestabilidad (valor alto de error cuadrático medio). Es decir, es una variedad cuya elección no es adecuada para el ambiente evaluado. Los cultivares Klein Nutria (7) y SY 330 (11), tienen un rendimiento promedio igual a la media y son medianamente estables.

MS INTA 815 (10), presenta una adecuada estabilidad y es una variedad de buen comportamiento en ambientes de bajo potencial ($a > 1$) mientras que ACA 602, presenta buena estabilidad y es una variedad de buen desempeño en ambientes de alta calidad.



CONCLUSIONES

La información presentada en este trabajo puede ser utilizada como una herramienta de ayuda para la toma de decisiones sobre la variedad a elegir de acuerdo al ambiente en el que se va a producir.

En vista de la gran cantidad de materiales presentes en el mercado actual, el análisis de estabilidad y adaptabilidad de las variedades es un instrumento más que nos facilita la decisión, ya que al seleccionar una variedad no solo se está buscando lograr una mayor productividad sino obtener un producto de alta calidad y sanidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Brach, A. M. y Zuil, S. G. 2018 Criterios que contribuyen a definir qué variedad de trigo sembrar. Estabilidad y adaptabilidad. Revista PMP. Para mejorar la producción N°57. EEA INTA Oliveros.
- Peréz-Ruiz, J., Zamora-Díaz, M., Mejía-Contreras, J., Hernández-Livera, A. y Solano-Hernández, S. 2015. Estabilidad de rendimiento de grano de cebada maltera en el Bajío, México. Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-ciencia 31 (3). Pág: 12-19. ISSN 0719-3890 online.
- Van Ittersum, M.K y Rabbinge, R. 1997. Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations. Field Crops Research 52:197-208
- Zadoks J.C; T.T Chang TT & C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415-421.
- Zuil, S. G. 2017. Elección de cultivares de soja en el NEA. EEA Reconquista.



EFFECTOS EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE UN CULTIVO DE TRIGO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES FOLIARES DE MANERA COMPLEMENTARIA.

BOERO, L.^{1*}; CALCHA, J.¹; MARZETTI, M.²; BOSCO, C.²

¹AER INTA Gálvez; ²Asesor privado.
*Autor de contacto: boero.leandro@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Santa Fe, durante las últimas cuatro campañas, según estimaciones del MAGyP, la superficie sembrada con cultivos de trigo pasó de 945 mil hectáreas (campaña 2016/17) a 1,3 millones hectáreas (campaña 2019/20) con producciones de 2,9 a 4,2 millones de toneladas respectivamente.

El trigo es un cultivo invernal de alta respuesta a las tecnologías de insumos, siendo el nitrógeno el principal elemento requerido para su producción. La incidencia del nitrógeno (N) sobre el rendimiento y el contenido de proteína, hacen que su manejo sea estratégico para la producción del cultivo (Anselmi y Feresin, 2017). Esta situación marca el desafío de encontrar el equilibrio entre demandas productivas y ambientales que permitan alcanzar los estándares de rendimiento y calidad requeridos sin comprometer nuestros recursos (Álvarez y Steinbach 2006).

En las últimas décadas, el rendimiento del cultivo de trigo ha ido aumentando como resultado de la incorporación de nuevas tecnologías con una consecuente pérdida en la calidad del mismo, lo que lleva a suponer que a medida que los rendimientos aumentan, algunos parámetros que hacen a la calidad del grano tienden a diluirse, como por ejemplo, el nivel de proteína (Torrens Baudrix y Ventimiglia, 2007).

Ferraris y Couretot, (2007) mencionan la necesidad de evaluar nuevas estrategias de incorporación de N con la finalidad de aplicar pequeñas dosis en momentos estratégicos del cultivo que permitan hacer un uso más eficiente del mismo. En este sentido, la aplicación de N por vía foliar entre los estadios fenológicos de encañazón (Z3.2) y antésis (Z6.5) del cultivo de trigo, han demostrado en diversas experiencias a campo incrementos de rendimiento y contenido de proteínas en diferentes sitios de la región pampeana (Ferraris *et al.*, 2007; Ferraris y Couretot, 2010; Boero *et al.*, 2019; Ventimiglia y Torrens Baudrix, 2019).

El porcentaje de N total en hoja bandera, cercano al momento de espigazón, está estrechamente correlacionado con el contenido de proteína. Un indicador alternativo al N total es el índice de verdor, lectura que se obtiene con un clorofilómetro SPAD. En investigaciones realizadas en Argentina y Estados Unidos se determinó que para trigo existe una alta correlación entre este índice de verdor y el porcentaje de N total en hoja (Zamora y Pugliese, 2017).



Cabe destacar que en condiciones limitantes de N la aplicación complementaria de fertilizantes foliares nitrogenados sería una alternativa eficiente para incrementar los rendimientos del cultivo de trigo. Por lo tanto, su eficiencia de uso disminuiría considerablemente cuando la disponibilidad de N sea elevada y se acerque a condiciones no restrictivas de ese nutriente (Ferraris *et al.*, 2007).

Actualmente en el mercado existe una amplia gama de fertilizantes foliares que se utilizan de manera complementaria en el cultivo de trigo. Estos productos comerciales entre sus ventajas mencionan que sirven para nutrir los cultivos en momentos críticos, solucionan deficiencias de micronutrientes, logran altas eficiencias de absorción de nutrientes y no se pierden por lixiviación y volatilización, además de poder utilizarse en mezclas con otros agroquímicos.

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación foliar complementaria en trigo sobre los componentes de rendimiento y calidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó durante la campaña 2019-20 en un lote de un productor de la localidad de San Fabián (Santa Fe). La siembra se efectuó el 26/06/2019 con una sembradora a chorrillo de 45 surcos a 21 cm de separación entre surcos sobre un suelo *Argiudol Típico* serie Arocena (ARO), de clase de aptitud 1(w), con un índice de aptitud de 82 (GeoINTA). El cultivar utilizado fue Baguette 680 a una densidad de 150 kg ha⁻¹; la fertilización se realizó de acuerdo al manejo planificado del productor: 11 días antes de la siembra se fertilizó con 150 l ha⁻¹ (UAN), 110 kg ha⁻¹ de MAP en la siembra y 100 l ha⁻¹ de UAN en macollaje.

Previo a la siembra, se realizó un muestreo de suelo (0-20 cm de profundidad) con la finalidad de caracterizar el lote donde se implantó el ensayo (Tabla 1).

El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente aleatorizados (DBCA) con cuatro repeticiones, con un tamaño de parcela de 21 m². Se evaluaron 9 tratamientos (T): un testigo; sin fertilización foliar, y 8 tratamientos de fertilización foliar complementaria en trigo (Tabla 2). Las dosis empleadas en cada uno de los tratamientos fueron definidas por las empresas participantes.

La aplicación de los diferentes tratamientos se realizó el día 05/10/19 a las 18:00 horas sobre el cultivo de trigo en estado fenológico Z3.9 (lígula de la hoja bandera visible) según la escala de Zadoks *et al.*, (1974). Se utilizó una mochila de presión controlada de dióxido de carbono (CO₂), provista de una barra de 4 picos con pastillas cono hueco a 50 cm de separación entre boquillas con un caudal de 85 l ha⁻¹ a presión de 3 bares.

Las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación fueron las siguientes: Velocidad de viento: 7,8 km/h; Humedad relativa: 56%; Temperatura: 16,6°C.



Todos los tratamientos, incluido el Testigo (sin control), tuvieron el agregado de un coadyuvante (200 cc ha⁻¹ de una mezcla comercial de 70 % aceite metilado de soja y 30 % silicona) más un fungicida a razón de 300 cc ha⁻¹ (20 g Azoxistrobina + 10 g Epoxiconazole), para evitar la posible interacción de enfermedades y poder ver los efectos de los tratamientos evaluados.

Tabla 1. Resultado del análisis de suelo (0-20 cm). Sitio: San Fabián (Santa Fe). Campaña 2019/20.

Sitio	Materia orgánica. (Walkley - Black)	Fósforo (Bray - Kurtz I)	Nitrógeno de Nitratos (Harper mod.)	Azufre de sulfatos (Turbidimétrico)	pH actual (en agua)
San Fabián	1,89 %	25,2 ppm	21,2 ppm	11,4 ppm	5,7
Valores medios de referencia	2-3%	15-20 ppm	13-22 ppm	10-12 ppm	6,5-7,5

Referencia: Valores medios de referencia proporcionados en los resultados del análisis de suelo del Laboratorio “El Terruño”

Días después de la aplicación de los tratamientos se realizaron en cada unidad experimental (UE) mediciones del índice de verdor (IV) a través de lecturas tomadas sobre 10 hojas banderas con un clorofilómetro SPAD Minolta 502.

Además, durante el ciclo del cultivo de trigo, se registraron los promedios mensuales de precipitaciones (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) (Tabla 3 y 4).

La cosecha se realizó el 28/11/2019, con una cosechadora experimental que recolectó los 7 surcos centrales por 10 m de largo de cada UE. Los rendimientos se expresaron en kg ha⁻¹ corregidos al 14% de humedad en grano. Además se determinó sobre una muestra el peso de 1000 granos (g), proteínas (%) y peso hectolítrico (kg hl⁻¹).

Los resultados de las determinaciones antes descritas se analizaron estadísticamente mediante un ANOVA y las comparaciones de las medias entre tratamientos se realizaron mediante Test LSD de Fisher al 5% con el programa INFOSTAT (Di Rienzo, 2010).



Tabla 2. Tratamientos, composición y dosis utilizados. Sitio: San Fabián (Santa Fe). Campaña 2019/20.

Tratamiento	Composición de los productos evaluados (*)	Dosis de producto comercial utilizada (l ha ⁻¹)
T 1 – Testigo (Sin control)	---	---
T 2 – Micro N20	Nitrógeno 20%	5
T 3 – Nitamin 30®	Nitrógeno 30%	5
T 4 – Foliar Sol U®	Nitrógeno 20%	90
T 5 – Nitroplus18®	Nitrógeno 18%; Calcio 7%	10
T 6 – Nitroplus18® + Mastermins Plus®	Nitrógeno 18%; Calcio 7% + Nitrógeno 10%; Fosforo 1,7%; Potasio 4,9%; Zinc 4%; Manganeseo 2%; Magnesio 1%; Boro 0,5%; Molibdeno 0,05%	10 + 2
T 7 – Biotron® Plus	N total 6%; Fósforo asimilable 8,8%; Potasio soluble 4%; Hierro soluble en ácido 0,05%; Zinc soluble en ácido 0,05%; Trazas de Magnesio, Manganeseo, Boro, Cobre y Molibdeno	2
T 8 – Smartfoil®	Nitrógeno 1,4%; N orgánico 1,2% Fosforo 0,24%; Potasio 6,73%; Azufre 2,7%; Zinc 0,02%; Calcio 1,11%; Magnesio 0,5%; Manganeseo 0,04%; Boro 0,0009%; Aminoácidos	2
T 9 – Croplift bio™	Nitrógeno 10%; Fosforo 3,6%; Potasio 7%; Boro 0,02%; Cobre 0,08%; Manganeseo 0,1%; Molibdeno 0,003%; Zinc 0,06%	3

Referencia: (*) Por un tema de espacios en la composición los componentes pueden estar abreviados.

Tabla 3. Precipitaciones registradas (mm) e históricas en la localidad de Barrancas (Santa Fe). Campaña 2019/20.

Sitio/Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Acumulado
San Fabián	26	27	10	45	118	106	332
Histórica	23	29	28	53	114	129	374

Referencia: punto de medición más cercano al sitio del ensayo. Distancia lineal 6 km.



Tabla 4. Temperatura y Humedad Relativa promedio mensual. Casilla meteorológica AER INTA Gálvez. Campaña 2019/20.

Variable/Mes	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Temperatura (°C)	13,9	10,5	11,3	13,9	17,3	21,9
Humedad relativa (%)	86	84	77	70	81	74

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente campaña triguera comenzó con una adecuada disponibilidad de agua en el perfil del suelo debido a las altas precipitaciones ocurridas durante los meses de verano. Posteriormente, las precipitaciones fueron similares a la media histórica, solo escaseando durante el mes de agosto, cuando el cultivo se encontraba en pleno macollaje (Tabla 3).

Los análisis de suelos realizados (Tabla 1) determinaron un bajo contenido de materia orgánica, pH ligeramente ácido, valores medios de nitrógeno de nitratos y azufre de sulfatos y alto contenido de fósforo asimilable.

Los valores de índice de verdor (IV) tomados 16 días después de la aplicación, registraron diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 5). El menor valor registrado fue el T1 (sin control) con 39,9 unidades de Spad y el mayor valor de IV (42,7) se registró con el T4, que contenía la mayor cantidad de N por dosis aplicada (20 kg N). En igual sentido, el mencionado tratamiento logró el mayor % de proteína en grano, diferenciándose estadísticamente de los demás, aunque este valor registrado no fue suficiente para alcanzar la base de contenido proteico en grano de 11% (Norma XX, 2004). Este resultado afirma lo descrito por Zamora y Pugliese (2017), quienes mencionan alta correlación en los valores de Spad con respecto al contenido de proteína.

El tratamiento de referencia testigo sin control no solo registró el valor más bajo de IV sino también los menores valores en los componentes peso de 1000 granos, % de proteína en grano y rendimiento del cultivo (Tabla 5).

El componente peso hectolítrico clasificó a todos los tratamientos, inclusive al testigo sin control, como Grado 2 (Norma XX, 2004).

En lo que respecta al rendimiento logrado por los diferentes tratamientos (Figura 1), todos superaron al testigo de referencia sin control aunque solo se diferenciaron estadísticamente del testigo los tratamientos 4, 5, 6, 8 y 9. En este sentido, la aplicación de los diferentes tratamientos de fertilización foliar complementaria en trigo lograron en promedio una respuesta de 404 kg ha⁻¹ lo que representa un aumento de 9% sobre el testigo de referencia sin control.



Estos resultados nos dan la pauta -como bien menciona Torrens Baudrix y Ventimiglia (2007)- de que si el cultivo todavía requiere N para generar rendimiento en el estado fenológico Z3.9, por más que se aplique un fertilizante foliar apuntando a mejorar la calidad del grano, éste no mejorará sino que primero se destinará a rendimiento y posteriormente a mejorar la calidad del grano producido.

Tabla 5. Resultados generales de índice de verdor (IV), peso de 1000 granos (g), peso hectolítrico (kg hl⁻¹), proteínas (%) y rendimiento (Kg ha⁻¹). San Fabián, Santa Fe. Campaña 2019/20.

Tratamiento	IV (unidad SPAD)	P1000 (g)	Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	Proteínas (%)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
Testigo	39.9 c	27.9 a	76.4 ab	8.6 a	4734 a
Micro N20	40.3 bc	29.7 b	77.1 ab	8.6 a	4914 ab
Nitamin 30	40.0 c	29.0 ab	76.6 ab	8.7 ab	4989 abc
Biotron Plus	40.2 bc	29.5 b	76.3 ab	8.7 ab	5091 abc
Foliar Sol U	42.7 a	29.2 b	77.5 b	9.3 c	5166 bc
Smartfoil	40.5 bc	28.5 ab	77.0 ab	8.7 ab	5181 bc
Nitroplus18 + Mastermins Plus	41.2 b	29.1 b	76.0 a	8.9 ab	5238 bc
Nitroplus18	40.8 bc	28.9 ab	77.1 ab	8.9 b	5244 bc
Croplift bio	41.1 b	29.3 b	77.1 ab	8.7 ab	5280 c
CV	1,88	2,89	1,23	2,35	4,82
DMS (5%)	1,1	1,22	1,38	0,3	358

Referencias: Valores seguidos por la misma letra en sentido vertical, no difieren significativamente. Test Fisher (p>0.05). CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia mínima significativa. Tratamientos ordenados de menor a mayor según rendimiento.

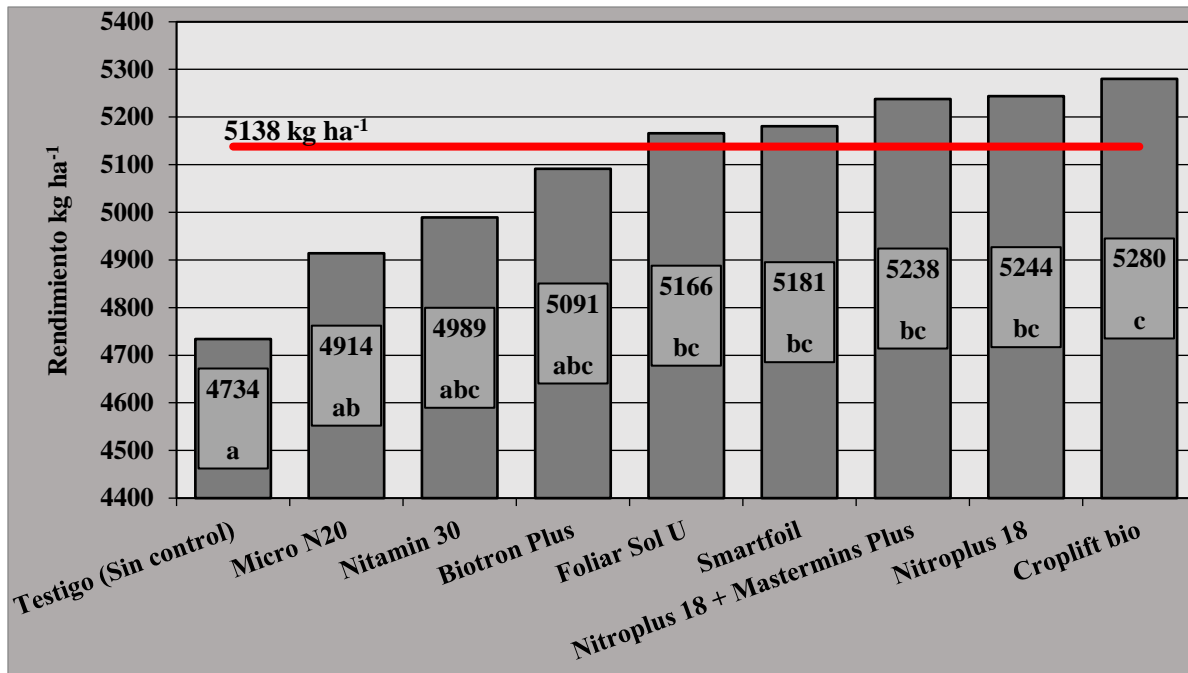


Figura 1: Rendimiento de los diferentes tratamientos evaluados. Referencia: Valores seguidos por la misma letra, no difieren significativamente. Test Fisher ($p > 0.05$). Línea roja promedio de los tratamientos sin contar el testigo.

CONSIDERACIONES FINALES

En un ambiente como el del estudio, la estrategia de aplicar un fertilizante foliar de manera complementaria permitió incrementar el rendimiento del cultivo de trigo y componentes como el índice de verdor, peso de 1000 granos y contenido de proteínas en grano.

La aplicación de los tratamientos en Z3.9 (lígula de la hoja bandera visible), si bien mejoraron levemente los valores de % de proteínas en grano, no fueron suficientes para alcanzar la base de 11% de proteína en grano.

Se remarca que las fertilizaciones foliares utilizadas en este ensayo son solo complementarias y no sustituyen a las fertilizaciones de base.

En próximas experimentaciones sería necesario realizar estimaciones económicas del uso de esta práctica para evaluar la conveniencia económica o no de la implementación de estas estrategias por parte del productor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Establecimiento Miraflores y a la familia Lieber por cedernos el espacio físico para llevar adelante las tareas planificadas en este ensayo. Asimismo, se agradece a las empresas participantes por brindarnos el apoyo para realizar el ensayo, y al Laboratorio “El Terruño” por brindarnos los resultados de los análisis de suelo.



BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, R. y Steinbach, H. S. 2006. Valor agronómico de la materia orgánica. En: Álvarez, R. (Eds). *Materia orgánica: valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos*. Facultad de agronomía Universidad Nacional de Buenos Aires. Argentina, pp. 13-27.
- Anselmi, H. y Feresin, P. 2017. Evaluación de fertilización sobre rendimiento y calidad comercial de trigo durante la campaña 2016 en La Carlota. EEA Marcos Juárez. Informe de Actualización Técnico en línea N° 7. Pp 157-160.
- Boero, L.; Marzetti, M.; Calcha, J.; Martins, L. y Lieber, B. 2019. Alternativas de fertilización foliar complementaria en trigo. Campaña 2018/19. EEA Rafaela. Información técnica de cultivos de invierno. Publicación Miscelánea. Año VII. N° 2°. Pp 31-35.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. 2010. InfoStat versión. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Ferraris, G. y Couretot, L. 2007. Trigo: efectos de la interacción nitrógeno X azufre y la aplicación complementaria de nitrógeno foliar sobre el rendimiento y la calidad. EEA Rafaela. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación Miscelánea N° 107. Pp 21-27.
- Ferraris, G.; Couretot, L. y Ponsa, J. 2007. Evaluación del efecto de un fertilizante foliar nitrogenado sobre el rendimientos, sus componentes, la eficiencia de uso del nitrógeno y la calidad en cebada cervecera y trigo. EEA Rafaela. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación Miscelánea N° 107. Pp 45-56.
- Ferraris, G. y Couretot, L. 2010. Utilización de fertilizantes foliares en combinación con uso de fungicidas en el cultivo de trigo. [en línea] www.agroconsultasonline.com.ar//documento.html?op=v&documento_id=157. [Consulta: 05 de mayo de 2020].
- GeoINTA, 2020. Visor GeoINTA. [en línea] <<http://geointa.inta.gov.ar/>>. [Consulta: 07 de mayo de 2020].
- MAGyP, 2020. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Estimaciones y Estadísticas. [en línea] <<http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>>. [Consulta: 02 de junio de 2020].
- Norma XX, 2004. Trigo Pan. Cuadros de normas de calidad para la comercialización. [en línea]<https://www.cac.bcr.com.ar/sites/default/files/2018-04/normas_de_comercializacion_completa.pdf>. [Consulta: 15 de mayo de 2020].
- Ventimiglia, L. y Torrens Baudrix, L. 2019. Fertilización nitrogenada en trigo, el foliar también importa. [en línea] <<https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/5504?locale-attribute=en>>. [Consulta: 07 de mayo de 2020].



- Zadoks, J.; Chang, T. and Konzak, C. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14:415-421.
- Zamora, M. y Pugliese, G. 2017. Pautas de manejo de la fertilización de trigo y cebada. Simposio Fertilidad 2017. Más allá de la próxima cosecha. Rosario, Santa Fe. Pp 101-104.



RELEVAMIENTO DE LA DEMANDA POTENCIAL DE HARINA DE TRIGO AGROCOELÓGICO EN LA LOCALIDAD DE ESPERANZA (Santa Fe)

ENGLER, E. ¹; CANESINI, M.C. ²; GROSSO, S. ³; MAINA, M. ³.

¹ Ing. Agrónomo.²INTA AER Esperanza.
³Facultad de Ciencias Agrarias UNL

RESUMEN

En la localidad de Esperanza (Santa Fe) se realizó un relevamiento de la demanda potencial de harina de trigo agroecológico. El mismo surge de la necesidad de un grupo de productores situados en los espacios periurbanos de buscar alternativas productivas de menor impacto ambiental y agregar valor a sus productos.

Se realizaron 42 encuestas a tres poblaciones: consumidor final (30), panaderías (7) y dietéticas y tiendas orgánicas¹ (6). Los datos fueron procesados y analizados.

Los resultados muestran el poco conocimiento que tiene la sociedad sobre la producción agroecológica, lo que conlleva a una baja oferta y demanda de estos productos.

También se observan hábitos más saludables en las generaciones más jóvenes y en las mujeres.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en Argentina ha crecido la producción agropecuaria sustentada en un modelo tecnológico de alta demanda de insumos de origen sintético. Al mismo tiempo, se comenzaron a evidenciar tensiones y conflictos en los territorios locales sobre los efectos de estos productos en la salud humana y en el ambiente.

En Santa Fe, la Ley N°11.273 establece restricciones a la aplicación de fitosanitarios en proximidad a los centros poblados. Como consecuencia de ella, los productores agropecuarios aledaños se ven limitados en la elección de las formas de producir.

La Facultad de Ciencias Agrarias (UNL), la Agencia de Extensión Rural de INTA Esperanza y la Municipalidad de Esperanza, se unieron en un proyecto para buscar alternativas productivas para estos productores situados en estos espacios de restricciones en el uso de fitosanitarios (Grosso, S., 2018).

¹ Tiendas orgánicas: locales donde comercializan alimentos orgánicos, naturales y sin conservantes, y además elaboran alimentos orgánicos.



La alternativa sugerida es la producción agroecológica que plantea la producción de los alimentos utilizando tecnologías que permitan producir en forma sustentable y saludable, respetando la diversidad biológica y cultural. Esto permite producir un alimento saludable, con escaso o nulo uso de agroquímicos, a costos adecuados, cuidando al ambiente y la salud.

A diferencia de la producción orgánica, la agroecología no se basa en normas establecidas y no tiene una certificación que insuma un costo, sino que utiliza un tipo de certificación de garantías, entre otros, donde no insume un costo extra al producto.

Después de algunas experiencias en la producción de trigo agroecológico en Argentina: Establecimiento La Aurora de Juan Kiehr (FAO. 2016); municipio de Guaminí (Schwerdt, M. y Cerdá, E. 2015.); el proyecto interinstitucional que trabaja en Santa Fe el INTA Oliveros y por otra parte el Gobierno Provincial, surge el interrogante sobre la comercialización diferenciada y da origen al presente trabajo cuyo objetivo es estudiar la demanda potencial de harina de trigo agroecológico en el distrito Esperanza (Dpto. Las Colonias, Santa Fe).

Un relevamiento de mercado tiene como objetivo obtener información sobre lo que el potencial cliente podría comprar, cuánto estaría dispuesto a pagar por el bien o servicio ofrecido, cuáles son los atributos del producto o servicio por los que estaría dispuesto a pagar más, o por el contrario dejar de consumir el producto actual (Benassini, M. 2009.)

Para la obtención de la información, se realizó un estudio de opinión de una población respecto a un asunto, mediante encuestas a pequeñas muestras, que se juzgan representativas del conjunto a que pertenecen. En forma de retribución por la información brindada, a cada encuestado se les brindó un folleto informativo, en el que se describe qué es la producción agroecológica y orgánica de alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la ciudad de Esperanza (Dpto. Las Colonias, Santa Fe). Consistió en encuestar tres poblaciones: 1) consumidor final, 2) panaderías y 3) dietéticas y tiendas orgánicas.

La muestra de la primera población se tomó al azar y no fue representativa (30 encuestas), pero se respetó la distribución de sexo y edades. La muestra correspondiente a panaderías representó el 50% de la población de la ciudad de Esperanza (7 encuestas); y en cuanto a dietéticas y tiendas orgánicas se encuestó la mayoría presente en la localidad, siendo 2 tiendas orgánicas y 4 dietéticas.

El instrumento de relevamiento contó con preguntas cerradas y abiertas. Dentro de las cerradas se incluyeron: posibilidades de respuesta dicotómica, jerarquización de opciones y escala cuantitativa (Benassini, M. 2009.) (Hernández Sampieri, R. et al. 2010)



Las variables observadas en la población “consumidor final” fueron: sexo, edad, percepción de la calidad del alimento (presencia de contaminantes), conocimiento sobre la existencia de productos agroecológicos, consumo de estos productos, como así de orgánicos, conocimiento sobre la composición y la procedencia del alimento, y demanda.

En el caso de las otras dos poblaciones se relevaron tres variables: conocimiento de productos agroecológicos, oferta (y producción en panaderías) y demanda.

A continuación, se definen las variables:

- Sexo: categorizado en hombre y mujer.
- Edad: ranqueado en 4 grupos: 15-30 años, 30-45 años, 45-60 años y más de 60 años.
- Percepción de la calidad del alimento: indica la suposición de presencia de contaminantes definida en una pregunta dicotómica (si-no) y si la respuesta era positiva, en qué eslabón de la cadena se incorporan, categorizada en tres opciones (en la producción, en la industria y en toda la cadena).
 - Conocimiento agroecológico: se refiere al conocimiento de la existencia de productos alimenticios de producción agroecológica, en particular de la harina agroecológica, respondiendo una pregunta dicotómica. Y sí la respuesta era afirmativa, se abre la opción de responder brevemente qué entiende por la misma.
 - Consumo de productos agroecológicos: indica cuantitativamente si el encuestado consume alimentos de origen agroecológico, en escala cuantitativa (nunca, a veces, a menudo).
 - Consumo de productos orgánicos: similar a la anterior, con escalas cuantitativas de nunca, a veces, a menudo.
 - Observación de la composición y procedencia del alimento: se refiere al análisis que hace el consumidor ante la compra de los alimentos, si observa la composición nutricional y química del mismo (con las opciones sí, no, a veces) y la procedencia del mismo (con opciones sí, no o no me interesa).
 - Demanda de consumidor final: hace referencia a la potencial compra del producto agroecológico en términos generales y de harina agroecológica en particular, analizando si está dispuesto a pagar un precio diferencial por éste, categorizado en jerarquización de opciones (si, no, tal vez).
 - Demanda de panaderías: aquí se planteó de manera dicotómica la existencia de una demanda de alimentos agroecológicos; y con una pregunta abierta si les interesa adquirir harina agroecológica y en qué cantidad.



- **Demanda de dietéticas y tiendas orgánicas:** para esta población se consultó si tienen demanda de la sociedad por productos agroecológicos, midiéndolos en una escala cuantitativa (nada, poco, a veces, mucho). También se consideró el interés de estos comercios de adquirir algún producto agroecológico en jerarquización de opciones (sí, no, tal vez) y abiertamente se consultó cuáles son los de mayor interés.
- **Producción:** indica la producción de panificación con harina agroecológica, destacando cantidad usada y la procedencia de la misma.
- **Oferta:** se refiere a la oferta de productos agroecológicos que comercializan, describiendo cuáles son, en qué cantidad se vende, en escala cuantitativa (nada, poco, a veces, mucho), y quién les provee.

RESULTADOS

Consumidores

En la Tabla N°1 puede verse la composición de la población entrevistada.

Tabla N° 1. Composición de la población

Rango etario/sexo	Varón	Mujer	Subtotal
15-30	5	9	14
30-45	3	3	6
45-60	4	1	5
Mayor a 60	2	3	5
Subtotal	14	16	30

Con relación a la variable percepción de la calidad del alimento (presencia de contaminantes), el 83% de los encuestados cree que los alimentos tienen contaminantes. De ellos, el 92% coincide que los mismos se incorporan durante toda la cadena de comercialización y el restante 8% cree que son incorporados solamente en el primer eslabón de la cadena del alimento, o sea, en la producción primaria.

Los que consideran que los alimentos no tienen contaminantes (7%) son en su mayoría hombres de más de 45 años. Coincidentemente no han consumido productos orgánicos y/o agroecológicos, no les interesa la composición de los alimentos y tampoco pagarían un precio diferencial.



Con respecto al conocimiento agroecológico, el 73% desconoce lo que es la harina agroecológica. El 7% que dice tener algún conocimiento sobre la producción agroecológica son personas menores de 45 años.

La mayoría (73%) expresa que nunca consumió un producto agroecológico, mientras el 23% expresa que “a veces” y sólo un (1) encuestado respondió “a menudo”.

En relación con el consumo de productos orgánicos, más de la mitad declara consumir “a veces” (43%) o a menudo (10%). Entre los que declaran “a veces”, la mayoría son mujeres (69%), y entre ellas, dos terceras partes son menores de 30 años.

En lo referente a la observación de la composición y procedencia del alimento, la mitad respondió que no lo hace. Un tercio que lo hace “a veces”, pero se concentran en la fecha de vencimiento. Cuando se consultó si saben de dónde proviene el alimento que compran (procedencia), un 75% respondió que no lo considera importante.

En relación con la demanda, se consultó si pagarían un precio diferencial por un producto agroecológico. El 40% respondió afirmativamente y el 43% que “tal vez”. Muchos aclararon que lo harían siempre que éste no sea tan elevado con respecto a producto convencional, y dependiendo de su economía al momento de tomar la decisión. Todos los que respondieron de manera negativa, son hombres.

Panaderías

Las siete panaderías encuestadas reconocieron no haber escuchado hablar de harina de trigo agroecológico, por lo tanto, nunca trabajaron con la misma. Todas coinciden que no han tenido demanda de estos productos, pero la mayoría, al interiorizarse del tema (conversación y entrega del folleto), manifestó su interés por adquirir harina de estas características en pequeñas cantidades para evaluar su calidad panadera.

La empresa Molinos Matilde S.A provee a todas las panaderías encuestadas de Esperanza.

Dietéticas y tiendas orgánicas

Como se menciona, se encuestaron 2 tiendas orgánicas y 4 dietéticas.

En relación con la variable conocimiento, el 50% de los encuestados reconoció haber escuchado hablar de harina de trigo agroecológico.

El 33% de la población tiene disponibles productos agroecológicos para vender, entre los que se destacan harinas (trigo, centeno), galletas, cereales, legumbres, mieles y frutas deshidratadas. Los productos son provistos por Naturaleza Viva (Santa Fe) y por una distribuidora ubicada en la provincia de Buenos Aires.



Aquellos que disponen de productos agroecológicos en su oferta, manifiestan que los venden satisfactoriamente y que tienen cada vez más demanda. En contraparte, los locales que no disponen de productos agroecológicos expresaron que no tienen demanda.

Después de dar a conocer, con el folleto, que es un alimento agroecológico, todos manifestaron su interés de incorporar este tipo de productos en su oferta, detallando que les interesan especialmente las harinas de diferentes cereales y sus productos (fideos, galletas), premezclas, mieles, yerbas, granos, frutas desecadas azúcar, entre otros.

CONCLUSIÓN

En términos generales, se observa un alto desconocimiento en las tres poblaciones estudiadas sobre la agroecología. Esto puede asociarse a la falta de oferta y demanda de alimentos de este origen, en particular de harina de trigo.

Al informar, a través de una conversación y entrega de folleto, manifiestan el interés en consumir y pagar un precio diferencial.

Los encuestados creen que la cadena alimenticia contiene contaminantes, principalmente en la producción primaria, aunque, solo una pequeña parte mira la composición del alimento y conoce su procedencia. Sin embargo, los menores de 45 años, en su gran mayoría, preocupados por su alimentación saludable, incorporan en sus dietas alimentos más inocuos, como orgánicos y/o agroecológicos.

Otra observación es que las mujeres tienden a consumir más productos orgánicos y/o agroecológicos con respecto a los hombres.

Vemos un mercado potencial dentro de las generaciones jóvenes y de mediana edad, principalmente mujeres, con predisposición a pagar un precio diferencial con respecto al producto convencional.

BIBLIOGRAFÍA

- Benassini, M. 2009. Introducción a la Investigación de Mercados. Enfoque para América Latina. Pearson. México. 288 pp.
- Grosso, S. 2018. Proyecto PEIS: Adecuación de prácticas agro-productivas en espacios periurbanos.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista, M.P. 2010. Metodología de la Investigación. 5ta edición. Mc Graw Hill. México D.F. 613 pp.
- FAO. 2016. producción agroecológica de cereales y carne Bovina en un Establecimiento Agropecuario Extensivo (650 Has) en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires de la República Argentina. El caso de “La Aurora” una experiencia de 25 años. 52: 1-4.
- Schwerdt, M. y Cerdá, E. 2015. Desarrollo de las primeras experiencias en cultivos agroecológicos extensivos impulsadas desde el estado municipal en Guaminí, provincia de Buenos Aires: 1-5.



- Campo Litoral. 2018. Llegó la harina de trigo agroecológico En: https://www.campolitoral.com.ar/?m=interior&id_um=166096-llego-la-harina-de-trigo-agroecologico-desafios-y-nuevos-paradigmas-campolitoral.html. Accedido: 02/08/2018.
- Dos Ambientes. 2019. Harina agroecológica a gran escala -Santa Fe lo hizo- En: <http://dosambientes.net/llanura-agricola/harina-agroecologica-a-gran-escala-santa-fe-lo-hizo/?fbclid=IwAR1UlcktnG3XYSiayQGuDZmgvu-ChBFYn1C80La4WVhNFEabc5ESrgC3JM>. Accedido: 05/06/2019.
- Gobierno de Santa Fe. 2019. Santa Fe realizó la primer moliendo de trigo ecológico a gran escala En: <https://www.santafe.gov.ar/noticias/noticia/imprimir/265378/>. Accedido: 05/06/2019.



ENSAYO COMPARATIVO DE CULTIVARES DE CEBADA CERVECERA (*Hordeum vulgare*), CAMPAÑA 2019

LOZANO CORONEL, A.^{1*}; ROSETTI, L.¹; ZUIL, S.¹

¹INTA EEA Rafaela

*Autor de contacto: lozano.anabell@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La cebada cervecera (*Hordeum vulgare*) es el cuarto cereal más importante del mundo después de trigo, maíz y arroz (Gimenez et al., 2008).

En Argentina, de acuerdo a las estimaciones del Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca, durante las últimas cuatro campañas se cultivaron 4.63 millones de hectáreas con rendimientos promedio de 3840 kg ha⁻¹. En la provincia de Santa Fe, durante la campaña 2019, se sembraron 19435 hectáreas con rendimientos promedio de 3556 kg ha⁻¹ (MAGyP, 2019).

Estos valores son el resultado de un incremento continuo del rendimiento promediando 58 kg ha⁻¹año⁻¹ desde 1970 y un crecimiento del 60% de la superficie sembrada durante la última década (Moreyra y Abbate, 2020). Este aumento de la superficie se atribuye a la expansión del cultivo de soja, siendo la cebada mejor antecesor que el trigo por la anticipación en la cosecha, y a las retenciones a las exportaciones de trigo impuestas entre los años 2015 y 2018, entre otros factores (Moreyra y Abbate, 2020).

Con el fin de generar información respecto del comportamiento de los cultivares de cebada cervecera y su adaptabilidad a las condiciones locales de ambientes productivos de Santa Fe, desde la campaña 2013 se llevan a cabo en la EEA Rafaela ensayos comparativos de rendimiento. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de variedades comerciales de cebada cervecera en el Centro de Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la campaña 2019 se evaluaron 12 cultivares de cebada cervecera comerciales y precomerciales (Tabla 1). La siembra se realizó el 28 de junio en un lote conducido bajo siembra directa sobre un suelo Argiudol típico de adecuada fertilidad potencial (Materia orgánica: 2.56%, Nitrógeno total: 0.15%, pH: 6 y fósforo extractable: 37 ppm) y fertilidad actual adecuada (N-N03: 17.9 ppm). Para mejorar este aspecto se aplicaron, 100 kg N ha⁻¹ en forma de urea granulada (46% N) al momento de la siembra, incorporada por debajo y al costado de la semilla.

El ensayo se sembró en condiciones de secano, en siembra directa y el cultivo antecesor fue soja, con una densidad teórica de 250 plantas m⁻². Las parcelas experimentales se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, siendo la unidad experimental de 1.4 m de ancho (7 surcos a 0.20 m) por 5 m de largo.



El agua útil almacenada en el suelo al inicio de la campaña, en el primer metro del perfil, fue 254.5 mm a 1.5 m, lo que representa un 78.8% de la capacidad máxima de retención del suelo.

El ensayo se mantuvo libre de insectos, malezas y enfermedades. Para ello, se realizó un control presiembra con la aplicación de glifosato con 2,4 D (1 litro ha⁻¹) y un control químico con fluxapyroxad (5 g) + pyraclostrobin (8.1 g) + epoxiconazole (5 g) el 15 de agosto y epoxiconazole (12.5 g) + kresomix metil (12.5 g) el 7 de octubre.

Se registraron las fechas de: emergencia (A), espigazón (Z 5.5), antesis (Z 6.1) y madurez fisiológica (MF) del cultivo (Z 8.6) (Zadoks et. al, 1974). Asimismo, se determinó la altura (cm) y el vuelco (Vco.) de planta en madurez fisiológica con una escala 0-4 (0: sin vuelco y 4: mayor nivel de vuelco).

Previo a la cosecha, se realizó una evaluación de presencia de carbón mediante el monitoreo de plantas a lo largo de 2 m lineales, para lo cual se contabilizaron las plantas con presencia de carbón/plantas totales y se expresó en porcentaje.

La cosecha se efectuó de manera mecánica el 21 de noviembre con una cosechadora de parcelas provista de una plataforma para trigo. El rendimiento de grano fue expresado en kg ha⁻¹ y corregido al 14% de humedad. El rendimiento, peso de granos (PG, mg) y el peso hectolítrico (PH) fueron analizados con ANOVA, comparándose las medias por el test de Tukey (p<0.05). Para ello se utilizó el Software Infostat versión 2018 (Di Rienzo et al, 2019).

A continuación, se indican las condiciones ambientales recopiladas por la Estación Agrometeorológica de la EEA Rafaela.

Condiciones ambientales

- Radiación: la radiación diaria incidente registrada durante la campaña se mantuvo dentro de los valores similares a la media histórica, a excepción de los meses de mayo y finales de octubre donde los mismos cayeron por debajo de la media como consecuencia de la ocurrencia de precipitaciones (Figura 1).

- Temperatura media: En los meses de agosto, septiembre y octubre se registraron valores superiores a la media. Octubre fue el mes que presentó temperaturas máximas más elevadas, en consecuencia, se produjo un incremento de la temperatura media, superando la serie histórica (Figura 2).

- Precipitaciones: las precipitaciones durante los meses previos a la siembra (abril y mayo) fueron superiores a la media, lo que produjo una adecuada recarga del perfil. Durante el resto del ciclo del cultivo, las lluvias fueron superiores a la media, a excepción de los meses de agosto y octubre. Las precipitaciones acumuladas durante ciclo alcanzaron los 275 mm (Figura 3).

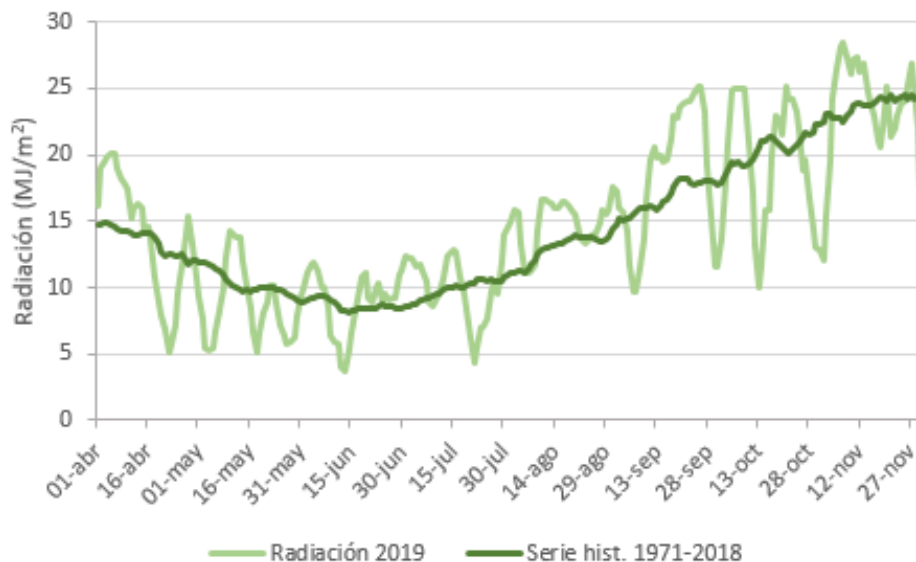


Figura 1: Radiación solar diaria (Mj m^{-2}) en función de los días desde abril hasta noviembre de 2019 para el promedio móvil cada 5 días y su respectiva media histórica (1970-2018). Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

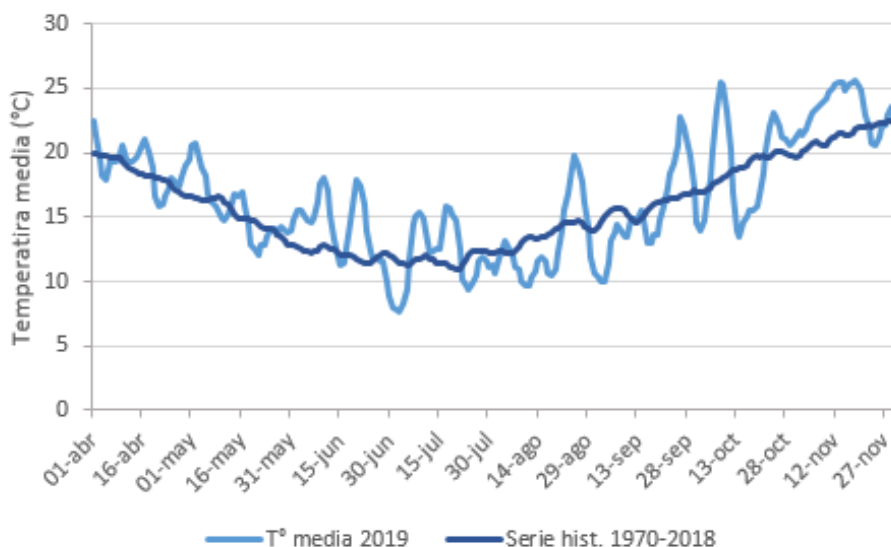


Figura 2: Temperaturas medias como promedios móviles durante el período comprendido entre abril 2019 a noviembre 2019 y su correspondiente serie histórica (1971-2019). Datos obtenidos de la Estación Meteorológica EEA INTA Rafaela.

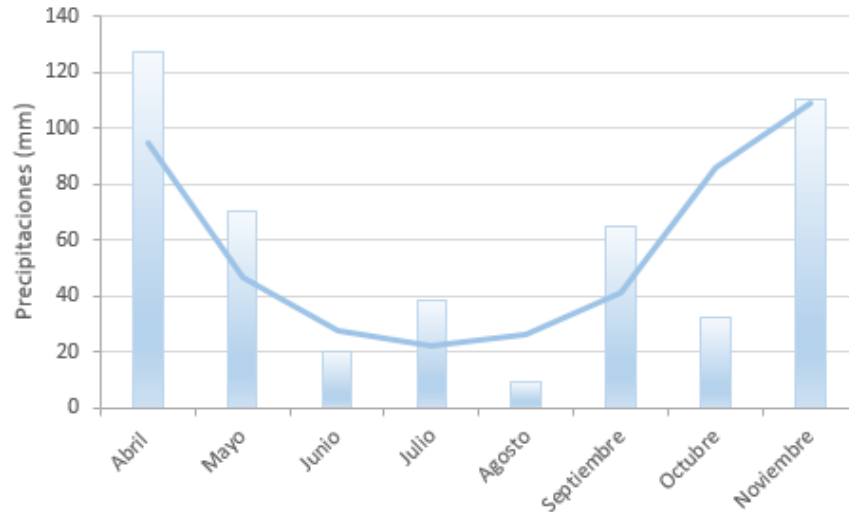


Figura 3: Las barras representan las precipitaciones acumuladas ocurridas durante el ciclo del cultivo y la línea, su respectiva serie histórica (1971-2019). Datos obtenidos de la Estación Meteorológica EEA INTA Rafaela.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se indican los cultivares evaluados, los días a distintas etapas fenológicas del cultivo (siembra a antesis, antesis a madurez fisiológica y ciclo total), vuelco y altura en MF. En la misma puede observarse que la diferencia de días de siembra a antesis en promedio fue de 97 días. Para el cultivar INTA 3702 se registró 10 días antes el estadio de antesis en comparación con Bu 52 6.17, sin embargo esta diferencia disminuyó en el total de ciclo en días. Los días de antesis a llenado de granos en promedio de los cultivares fue de 33.

El rendimiento medio fue de 5213 kg ha⁻¹, no se encontraron diferencias significativas entre los cultivares ($p > 0,05$, Tabla 2). Para la variable % de presencia de carbón, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los materiales evaluados en esta campaña.

La cebada que no se destina a maltería se puede comercializar en el mercado forrajero, tanto nacional como de exportación, con valores que están condicionados por las expectativas de producción de otros granos forrajeros, principalmente el maíz.



Tabla 1: Listado de cultivares evaluados, días desde siembra – antesis (Z 6.1), llenado de granos (Z 6.1 – Z 8.6), ciclo total en días (Siembra – Z 8.6), vuelco (Vco.) y altura de las plantas en MF (en cm) para cada cultivar evaluado durante la campaña 2019 en el centro de Santa Fe.

Cultivar	Días siembra- antesis	Días antesis - llenado de grano	Ciclo total (días)	Vco.	Alt (cm)
INTA 7302	91	36	127	0	76
Aimará	96	33	129	0	64
Sara INTA	99	30	129	0	70
Silera INTA	98	32	130	0	68
Shakira	97	32	129	0	69
Andreia	97	34	131	0	67
Bu 610.17	97	33	130	0	78
Overture	98	36	134	0	68
Bu 57 2.17	100	28	128	0	67
Militza	96	32	128	0	70
Montoya	96	39	135	0	66
Bu 52 6.17	101	29	130	0	65

El PH es uno de los parámetros asociados a la calidad como grano forrajero (Resolución SENASA 27/2013- Norma V- Tabla 3). Está influenciado por la uniformidad, forma, densidad y tamaño del grano, contenido de materias extrañas y granos quebrados de la muestra, además cuanto más sano esté el grano, mayor será la extracción de harina. Por lo tanto, el PH es una buena estimación tanto de la calidad física del grano como de la calidad molinera. Los cultivares evaluados presentaron diferencias significativas en el PH ($p < 0.0001$, Tabla 2). El cultivar Bu 52 6.17 tuvo grado 2 (valor mínimo requerido para recibir el producto sin descuentos), mientras que el resto de los cultivares registraron grado 1 (mínimo requerido para recibir la mercadería con bonificación del 1% del precio).



Tabla 2: Rendimiento (kg ha^{-1} 14% H°), Peso de mil granos (PMG) (en mg), Peso Hectolítico (kg hl^{-1}), grado de calidad comercial de granos y % de plantas con carbón (pl en 2 m lineales) para cada cultivar evaluado de cebada cervecera durante la campaña 2019 en el centro de Santa Fe.

Cultivar	Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, 14% H°)	PMG (mg)	Peso Hectolitrico ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$)	Grado	Evaluación carbón (%)
INTA 7302	5107	38	68 a	1	0
Aimará	5174	41	65 ab	1	3
Sara INTA	5547	38	65 ab	1	17
Silera INTA	5963	40	65 ab	1	4
Shakira	5611	40	65 ab	1	11
Andreia	5043	40	63 bc	1	85
Bu 610.17	4161	41	63 bc	1	50
Overture	5351	39	63 bc	1	9
Bu 57 2.17	5566	38	63 bc	1	16
Militza	5032	40	62 bc	1	10
Montoya	4734	37	62 bc	1	8
Bu 52 6.17	5272	37	60 c	2	9
Promedio	5213	39,1	63,7		18
CV	14,7	5,12	1,96		
Variedad	ns	ns	**		

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$). CV: coeficiente de variación. NS: no se encontraron diferencias significativas. **existen diferencias significativas al 5%.

Tabla 3: Grado de calidad para la comercialización de cebada cervecera en función del peso hectolítico (Resolución SENASA 27/2013- Norma V).

Grado	Peso Hectolitrico ($\text{kg}\cdot\text{hl}^{-1}$)
1	>62
2	62-59
3	59-56
FG	<56

CONCLUSIÓN

Previo a la siembra, se recomienda una correcta elección de la variedad, para lo cual es conveniente que el productor tenga presente no solo la oferta de materiales en el mercado sino también sus objetivos productivos, el destino del producto y los requerimientos para la comercialización.

Parámetros importantes a considerar para la elección del cultivar, es el comportamiento frente a enfermedades y la calidad comercial. Además, resulta fundamental el análisis del PH, ya que define si el producto estará sujeto a premio o castigo en la comercialización.



BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada & C.W Robledo. 2019. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>. (marzo, 2019).
- Gimenez, F.; V. Conti; F. Moreyra; & J. Tomaso. 2008. Efecto de la época de siembra sobre los caracteres económicos en genotipos de cebada cervecera. VII Congreso Nacional de Trigo. V Simposio Nacional de Cereales de Siembra Otoño-Invernal. I Encuentro del MERCOSUR. Santa Rosa, La Pampa. 2, 3 y 4 de julio de 2008.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estimaciones Agrícolas. 2019. <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones> (junio, 2020).
- Moreyra F. y Abbate, P. 2020. Rendimiento y estabilidad de los cultivares de cebada en Argentina. Ediciones INTA 2020.
- Zadoks J.C; T.T Chang TT & C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415-421.



EVALUACION DE CULTIVARES DE SOJA DE LOS GM IV A VIII EN EEA INTA RAFAELA. CAMPAÑA 2019/2020.

ZUIL, S. ^{1*}; ROSETTI, L. ¹; LOZANO CORONEL, A. ¹

¹INTA EEA Rafaela

*Autor de contacto: zuil.sebastian@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La soja es la leguminosa más sembrada en Argentina, con un promedio en los últimos cinco años, de aproximadamente 18 millones de hectáreas (Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca, 2020). La producción nacional fue de 50 millones de toneladas por año aproximadamente, con un rendimiento promedio de 28 quintales por hectárea (Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca, 2020).

La elección de la fecha de siembra y el cultivar son factores claves al momento de planificar la siembra de soja. La correcta elección de la variedad es un aspecto de suma importancia para lograr maximizar la producción de los cultivos, permitiéndonos generar estrategias de manejo a través de la elección de variedades por grupos de madurez, comportamiento sanitario, rendimiento o estabilidad productiva (Baigorri, 2004). Asimismo, la fecha de siembra es una práctica agronómica de importancia en la determinación del rendimiento de los cultivos y no implica un cambio en los costos de producción (Otegui y López Pereira, 2003). Por esta razón, una de las herramientas de manejo más importantes, es la adecuada elección del cultivar a sembrar para un ambiente productivo determinado. El cambio de fecha de siembra, aún para la misma localidad, somete al cultivo a condiciones ambientales diferentes y a comportamientos diferenciales por parte de los cultivares.

En el centro de la provincia de Santa Fe, durante la campaña 2019/2020, se evaluaron cultivares de soja de los grupos de madurez (GM) IV al VIII, en dos fechas de siembra. Los ensayos forman parte de la red nacional de evaluación de cultivares comerciales de soja (RECSO) de la subregión pampeana norte (II-2), centro de Santa Fe. Dicha red tiene por finalidad identificar las variedades de mejor adaptabilidad a las condiciones de producción como así también conocer el comportamiento agronómico, fenológico y sanitario de los materiales y su productividad, en cuanto a rendimiento y calidad.

Para ello, se conducen ensayos experimentales divididos por grupos de madurez en diferentes condiciones de producción. El objetivo es evaluar el comportamiento productivo de cultivares comerciales, su fenología y el peso de granos.



MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2019-2020 se realizaron ensayos bajo diferentes condiciones de producción. Los experimentos se ubicaron en la EEA INTA Rafaela y se diferenciaron en i) Soja de primera, sembrada el 28 de noviembre de 2019 sobre rastrojo de un cultivo de cobertura de nabo forrajero y centeno y ii) Soja de segunda sembrada el 23 de diciembre de 2019 sobre rastrojo de trigo (Tabla 1).

Tabla 1. Serie y tipo de suelo, agua útil inicial (en mm al 1,5 m de profundidad), cultivo antecesor, fecha de siembra y emergencia, fertilización y análisis químico del suelo. Campaña 2019/2020.

	Soja de primera	Soja de segunda
Serie de suelo	Rafaela	Rafaela
Tipo de suelo	Argiudol típico	Argiudol típico
Agua útil inicial*	180,5	214
Antecesor	Nabo forr. y Centeno	Trigo
Fecha de siembra	28/11/2019	23/12/2019
Fecha de emergencia	08/12/2019	30/12/2019
Fertilización	No	No
Análisis químico		
Materia organica (%)	2,6	2,6
Fósforo (ppm)	34,6	30
Nitrógeno total (%)	0,15	0,15
N-NO ₃ (ppm)	17,2	11,9
pH	5,9	5,8

*mm al 1,5 metros

Se evaluaron 111 cultivares, que se agruparon por grupo de madurez: IV corto (10 cultivares), IV largo (23 cultivares), V corto (22 cultivares), V largo (13 cultivares), VI corto (12 cultivares), VI largo (18 cultivares) y VII-VIII (13 cultivares). La siembra fue directa y no hubo aplicación de fertilizante.

Las unidades experimentales fueron de 4 surcos de 5 metros de largo, distanciados a 52 cm entre sí, con una densidad teórica de 336.000 plantas por hectárea y se distribuyeron en bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento, donde cada GM fue sembrado como un ensayo independiente.



Tabla 2. Cultivares participantes en cada grupo de madurez, corto (C) y largo (L).

IV		V		VI		VII-VIII
C	L	C	L	C	L	
ACA 4221	ACA 4768 GRST	ACA 5020 IPRO	ACA 5785 GRST	AW 6211 IPRO	CZ 6505 B	ACA 7890 IPRO
CZ 4306 B	CZ 4505 B	CZ 5407 IPRO	CZ 5907 IPRO	BIOCERES 6.21	CZ 6806 IPRO	CZ 7905 IPRO
AW 4326 IPRO	CZ 4.97 S	BIOCERES 5.01	AW 5714 IPRO	DM 60i62 IPRO	M 6410 IPRO	M 6210 IPRO
BIOCERES 4.11	AW 4736 IPRO	BIOCERES 5.21	AW 5815 IPRO	62R63 RSF	BIOCERES 6.51	DM 75i75 IPRO
DM 40R16 STS	AW 4927 IPRO	DM 50i17 IPRO STS	BIOCERES 5.92	DM 63i64 IPRO	DM 66R69 STS	DM 8277 IPRO STS
LG 4366 STS	BIOCERES 4.51	DM 52R19	DM 55R20 STS	LG 6124 TS	DM 6.8 i	DM 8473
LG 4553 IPRO STS	BIOCERES 4.91	DM 53i53 IPRO	LG 5804	60MS01 STS	DM 67i70 IPRO	78MS01 IPRO
NS 4309	DM 4612	IS 52.0 RR1 STS	59MS01 IPRO STS	62MS01 IPRO STS	66MS01	NS 7709 IPRO STS
RA 4318 TS	DM 46R18 STS	GYT 5300 R	RA 569	MS 6.3 IPRO	MS 6.9 IPRO	NS 8018 IPRO STS
SYN 4X1 RR	DM 46i17 IPRO	LG 5365 STS	RA 5715 IPRO	Reemplazo	NS 6248	NS 8288 STS
	DM 49R19 STS	50MS01 STS	RA 5816 IPRO	RA 652	NS 6483	RA 7719
	IS 46.5 RR1 STS	LDC 5.3	AL 1339	SYN 1561 IPRO	NS 6538 IPRO	HO74134
	DM 46i20 IPRO STS	53MS02 STS	HO 59136		NS 6859 IPRO	80x20 IPRO STS
	GYT 4519 STS R	53 MS01 IPRO			RA 655	
	LG 5037	NS 5028 STS			RA 659	
	46MS01 STS	NS 5030 IPRO STS			AX 795	
	47MS01 STS	NS 5258			SY 6x8 IPRO	
	RA 4458	RA 5217			SY 7x1 IPRO	
	HO 47147	AR 3079				
	49X20 IPRO STS	HO 50135				
	4X5 SYN RR	SY 5X1 RR				
	SY 4X9 RR	VT 5335				
	VT 4994					

El cultivo se mantuvo libre de malezas, insectos y enfermedades durante todo su ciclo mediante el control químico. Se registraron los estados fenológicos de emergencia, floración (R1), inicio de formación de granos (R5), y madurez comercial (R8) utilizando la escala morfológica de Fehr et al. (1977).

En madurez comercial del cultivo se evaluó la altura de las plantas en cm y el vuelco utilizando una escala de 1 (sin vuelco) a 4 (máximo vuelco). Se cosecharon 7,8 m² con una cosechadora experimental (Wintersteiger Classic) y se determinó el rendimiento en granos (expresado en kg ha⁻¹) corregido al 13,5% de humedad, el peso de mil granos (PMG) y el rendimiento relativo (RR) calculado como el cociente entre el rendimiento de cada variedad y el rendimiento medio del GM (en %).

Las variables rendimiento, altura y peso de granos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA utilizando el software Infostat versión 2016 (Di Rienzo et al., 2016) y las medias se compararon con el test de comparaciones múltiples LSD con un nivel de probabilidad del 5% (p<0,05).

El contenido hídrico inicial del perfil del suelo hasta 1.5 metros de profundidad fue de 180 y 214 mm de agua útil para soja de primera y segunda, respectivamente. Esto indica contenidos bajos y medio/bajo de agua útil en los experimentos de soja de primera y segunda, respectivamente. Es importante considerar que en noviembre-diciembre de 2019, el aporte de agua freática estaba a 2 metros (Sapino y Petrabissi, 2019).



Durante el mes de diciembre se registraron precipitaciones superiores a 20 mm que permitieron implantar de manera correcta los ensayos (Figura 1 y 2).

No obstante, durante enero y febrero las lluvias no fueron abundantes, generando condiciones de menor contenido de agua útil y descensos de la capa freática. Entre marzo y abril (llenado de granos) las precipitaciones fueron escasas lo que generó condiciones hídricas restrictivas principalmente en soja de primera (puesto que tenía un contenido inicial menor de agua en el perfil).

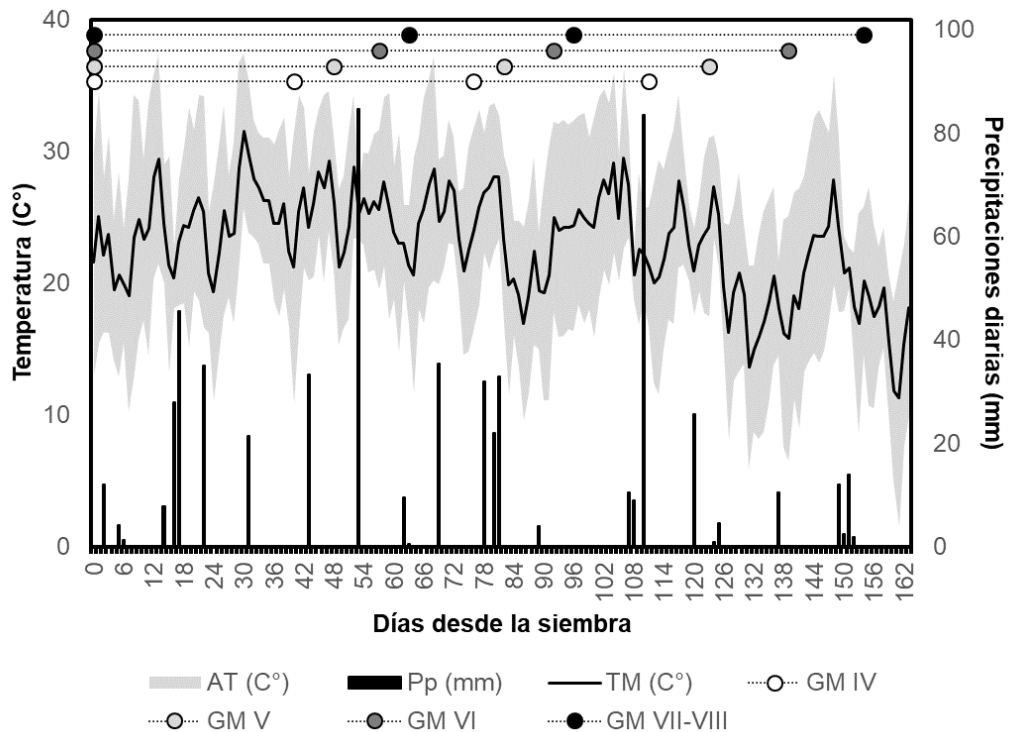


Figura 1. Temperatura media (C°, línea continua), amplitud térmica (AT) (C°, área gris), precipitaciones diarias (columnas) en función de los días desde la siembra (28/11/2019) correspondiente al experimento de Soja de primera. En líneas punteadas están representadas las etapas fenológicas. Cada punto identifica el momento de siembra, R1, R5 y R8 en orden cronológico. En blanco, gris claro, gris oscuro y negro están representados los GM IV, V, VI y VII-VII, respectivamente.

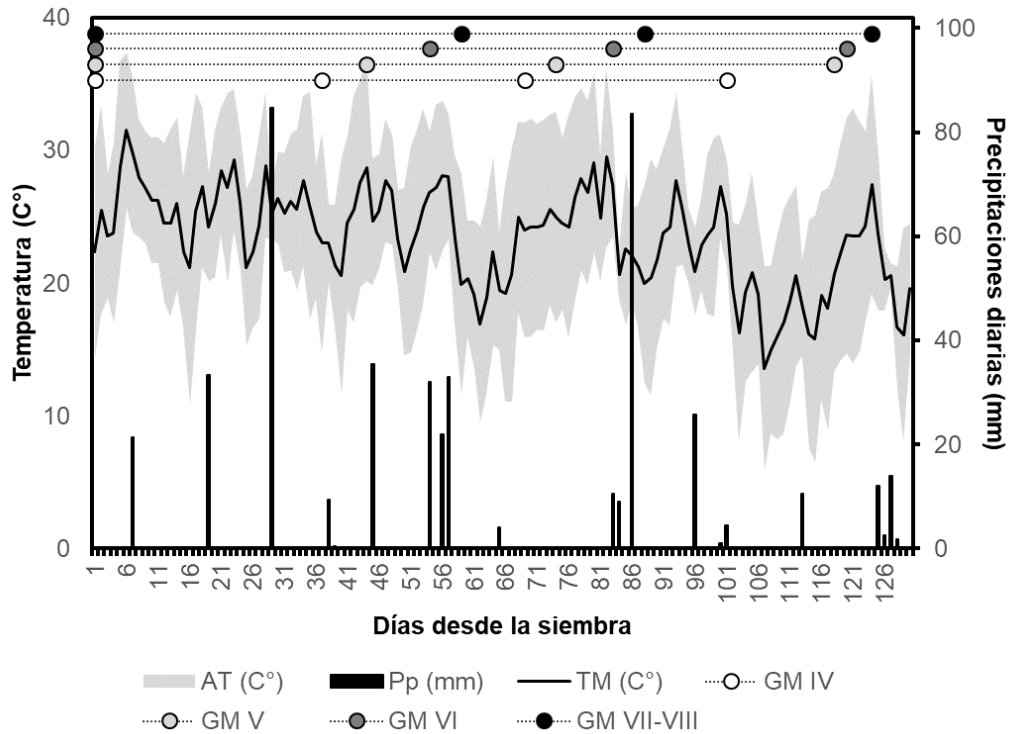


Figura 2. Temperatura media (C°, línea continua), AT (C°, área gris), precipitaciones diarias (columnas) en función de los días desde la siembra (23/12/2019) correspondiente al experimento de Soja de segunda. En líneas punteadas están representadas las etapas fenológicas. Cada punto identifica el momento de siembra, R1, R5 y R8 en orden cronológico. En blanco, gris claro, gris oscuro y negro están representados los GM IV, V, VI y VII-VII, respectivamente.

RESULTADOS

Los rendimientos medios en grano obtenidos en ambos experimentos no presentaron grandes contrastes entre sí, pero sí se observaron comportamientos diferenciales según grupo de madurez por fecha de siembra (Figura 3).

En soja de primera el rendimiento promedio de los diferentes GM varió entre 4787 y 3198 kg ha⁻¹ y la media de la campaña fue de 4388 kg ha⁻¹ (Figura 3), siendo 1010 kg ha⁻¹ inferior a la media de la campaña anterior (Rosetti et al., 2019). El GM V corto fue el que registró el mayor rendimiento, mientras que el menor correspondió al GM VI largo. En cuanto al experimento Soja de segunda varió entre 4903 y 3853 kg ha⁻¹ y la media de la campaña fue de 4450 kg ha⁻¹, siendo 580 kg ha⁻¹ superior a la media de la campaña anterior (Rosetti et al., 2019). El GM VI corto fue el que registró el mayor rendimiento.

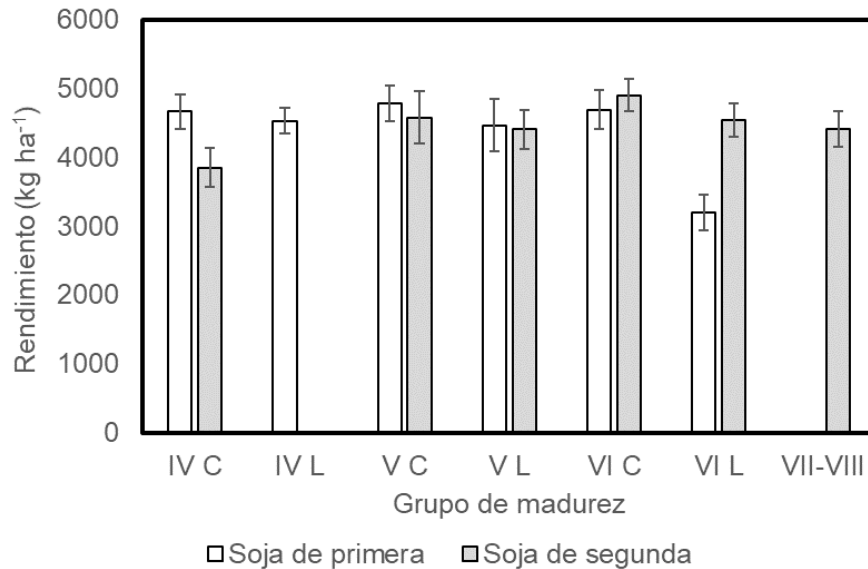


Figura 3. Rendimiento de grano expresado en kg ha^{-1} según grupo de madurez para los experimentos soja de primera y segunda en columnas blancas y grises, respectivamente. El rendimiento de los GM IV largo y GM VII-VIII de soja de primera y segunda, respectivamente, no se presentan por tener CV superior a 15%.

Grupo de madurez IV

En soja de primera el ciclo total varió entre 123 y 139, mientras que en segunda el rango fue entre 114 y 116 (Tabla 2). Los cultivares de ciclo IV corto presentaron una duración total de su ciclo de 132 y 115 días en Soja de primera y de segunda respectivamente.

La altura de plantas en R8 (madurez) en soja de primera fue de 78 cm promedio (variando entre 75 y 87 cm), mientras que en Soja de segunda fue de 66 cm en promedio (en un rango entre 40 y 78 cm). Asimismo, en la fecha de siembra temprana no se detectó vuelco de plantas en ningún cultivar mientras que en la segunda un solo cultivar presentó vuelco (Tabla 2).

El GM IV corto (Tabla 3) de primera presentó un rendimiento promedio 4663 kg ha^{-1} variando entre 4375 y 4943 kg ha^{-1} sin presentar diferencias significativas entre los cultivares. El peso de granos promedio fue de 127 mg (con un rango entre 104 y 136 mg). En soja de segunda se obtuvo un rendimiento promedio 3853 kg ha^{-1} (variando entre 2842 y 4519 kg ha^{-1}), lo que representa una reducción del 17% debido al retraso en la fecha de siembra. El peso de granos promedio fue de 136 mg (con un rango entre 89 y 150 mg).



Tabla 2. Cultivares del GM IV corto. Ciclo total (en días), Vuelco (1-4) y altura (Alt.) de plantas en R8 (cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)
ACA 4221	125		75	114		65
AW 4326 IPRO	123		87	116	2	78
BIOCERES 4.11	137		77	114		70
CZ 4306 B	139		75	116		63
DM 40R16 STS	139		75	114		65
LG 4366 STS	139		77	114		67
LG 4553 IPRO STS	139		80	114		40
NS 4309	130		80	116		68
RA 4318 TS	123		78	116		78
SYN 4X1 RR	123		80	114		70
Promedio	132		78	115		66

Tabla 3. Cultivares del GM IV corto. Rendimiento en grano (kg ha^{-1}), rendimiento relativo (RR, %) y peso de granos (PG, en mg) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. CV (%) y LSD corresponden al coeficiente de variación y diferencia mínima significativa ($p \leq 0,05$). Valor medio \pm desvío estándar

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)
ACA 4221	4856 \pm 137	104	128 \pm 4	2842 \pm 162	74	138 \pm 3
AW 4326 IPRO	4658 \pm 218	100	125 \pm 4	3605 \pm 285	94	143 \pm 3
BIOCERES 4.11	4926 \pm 115	106	129 \pm 0	4029 \pm 165	105	140 \pm 2
CZ 4306 B	4590 \pm 177	98	104 \pm 2	4519 \pm 283	117	89 \pm 22
DM 40R16 STS	4872 \pm 47	104	135 \pm 2	3981 \pm 167	103	145 \pm 1
LG 4366 STS	4528 \pm 190	97	136 \pm 2	3645 \pm 208	95	141 \pm 6
LG 4553 IPRO STS	4943 \pm 118	106	128 \pm 2	3346 \pm 309	87	141 \pm 1
NS 4309	4556 \pm 172	98	131 \pm 4	4421 \pm 423	115	150 \pm 4
RA 4318 TS	4375 \pm 161	94	124 \pm 4	4408 \pm 190	114	139 \pm 1
SYN 4X1 RR	4845 \pm 89	104	129 \pm 1	3556 \pm 180	92	133 \pm 6
Promedio	4663		127	3853		136
CV (%)	9,3		5,8	12,8		9
LSD	752		13	852		44,7
	NS		**	**		NS



Los cultivares de ciclo IV largo presentaron una duración total de 147 y 117 días en Soja de primera y de segunda, respectivamente. En la primera fecha el ciclo total varió entre 125 y 152, mientras que en la segunda fecha, el rango de variación fue entre 114 y 121 (Tabla 4). La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 82 cm (variando entre 73 y 90 cm), mientras que en Soja de segunda fue de 73 cm en promedio (en un rango entre 68 y 88 cm). Asimismo, en la fecha de siembra temprana no se detectó vuelco de plantas en ningún cultivar, mientras que en la segunda dos cultivares presentaron vuelco de plantas (Tabla 4).

Tabla 4. Cultivares del GM IV largo. Ciclo total (en días), Vuelco (1-4) y altura de plantas en R8 (Alt., cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)
46MS01 STS	130		82	114		73
47MS01 STS	142		80	117		78
49X20 IPRO STS	152		87	121		68
4X5 SYN RR	142		77	114		68
ACA 4768 GRST	125		78	119		73
AW 4736 IPRO	137		78	117		75
AW 4927 IPRO	142		80	117		75
BIOCERES 4.51	139		85	114	1	77
BIOCERES 4.91	152		90	121		70
CZ 4.97 S	152		88	117	2	88
CZ 4505 B	139		85	117		80
DM 4612	125		75	114		70
DM 46i17 IPRO	139		80	114		70
DM 46I20 IPRO STS	146		82	117		70
DM 46R18 STS	142		73	114		68
DM 49R19 STS	152		80	121		75
GYT 4519 STS R	152		73	121		70
HO 47147	125		88	114		73
IS 46.5 RR1 STS	146		82	114		68
LG 5037	152		80	121		73
RA 4458	155		85	121	1	77
SY 4X9 RR	152		88	117		70
VT 4994	152		90	114		78
Promedio	147		82	117		73

El GM IV largo (Tabla 5) de primera presentó un rendimiento promedio 4529 kg ha⁻¹ variando entre 3893 y 5188 kg ha⁻¹ con diferencias significativas entre los cultivares (Tabla 5). El peso de granos promedio fue de 119 mg (con un rango entre 108 y 141 mg). En soja de segunda, el GM IV largo fue anulado, debido a que presentó alto valor de CV (%).



Tabla 5. Cultivares del GM IV largo. Rendimiento (kg ha^{-1} en grano), rendimiento relativo (RR) y peso de granos (en mg) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. CV (%) y LSD corresponden al coeficiente de variación y diferencia mínima significativa ($p \leq 0,05$). Valor medio \pm desvío estándar

Cultivar	Soja de primera (28/11)		
	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)
46MS01 STS	5188 \pm 60	115	122 \pm 2
47MS01 STS	4627 \pm 133	102	125 \pm 3
49X20 IPRO STS	4646 \pm 163	103	119 \pm 3
4X5 SYN RR	4551 \pm 166	100	141 \pm 3
ACA 4768 GRST	4117 \pm 120	91	121 \pm 5
AW 4736 IPRO	4575 \pm 89	101	121 \pm 2
AW 4927 IPRO	4646 \pm 52	103	108 \pm 2
BIOCERES 4.51	4726 \pm 161	104	111 \pm 6
BIOCERES 4.91	4436 \pm 217	98	123 \pm 2
CZ 4.97 S	4002 \pm 223	88	104 \pm 2
CZ 4505 B	4632 \pm 144	102	119 \pm 3
DM 4612	4573 \pm 48	101	132 \pm 3
DM 46i17 IPRO	5172 \pm 154	114	119 \pm 2
DM 46I20 IPRO STS	5012 \pm 216	111	139 \pm 5
DM 46R18 STS	4888 \pm 52	108	139 \pm 1
DM 49R19 STS	4399 \pm 64	97	119 \pm 2
GYT 4519 STS R	4259 \pm 122	94	114 \pm 1
HO 47147	4982 \pm 119	110	120 \pm 2
IS 46.5 RR1 STS	4232 \pm 150	93	105 \pm 1
LG 5037	4556 \pm 142	101	112 \pm 1
RA 4458	4494 \pm 63	99	104 \pm 2
SY 4X9 RR	4162 \pm 90	92	110 \pm 2
VT 4994	3893 \pm 178	86	114 \pm 2
Promedio	4529		119
CV (%)	7,2		5,8
LSD	539		11,3
	**		**



Grupo de madurez V

Los cultivares de ciclo V corto presentaron una duración total de 148 y 127 días en Soja de primera y de segunda respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 142 y 155 días, mientras que en segunda el rango fue entre 121 y 133 días (Tabla 6).

La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 88 cm (variando entre 75 y 108 cm), mientras que en Soja de segunda fue de 82 cm en promedio (en un rango entre 70 y 93 cm). En la fecha de siembra temprana no se detectó vuelco de plantas en ningún cultivar, mientras que en la segunda cuatro cultivares presentaron vuelco. (Tabla 6).

Tabla 6. Cultivares del GM V corto. Ciclo total (en días), Vuelco (1-4) y altura de plantas en R8 (Alt., cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)
50MS01 STS	149		85	130		77
53 MS01 IPRO	152		103	127		83
53MS02 STS	152		90	121		90
ACA 5020 IPRO	152		88	121		77
AR 3079	142		93	127	3	85
BIOCERES 5.01	152		92	133		83
BIOCERES 5.21	155		90	133		93
CZ 5407 IPRO	152		93	130		82
DM 50i17 IPRO STS	152		90	127	1	83
DM 52R19	142		80	130		87
DM 53i53 IPRO	152		108	121		80
GYT 5300 R	152		75	133		70
HO 50135	149		75	127		72
IS 52.0 RR1 STS	142		83	127		82
LDC 5.3	155		83	130	1	85
LG 5365 STS	149		88	130		65
NS 5028 STS	142		80	121		80
NS 5030 IPRO STS	152		93	127		75
NS 5258	152		92	127	1	90
RA 5217	142		83	127		92
SY 5X1 RR	152		83	130		82
VT 5335	142		85	121		83
Promedio	148		88	127		82



El GM V corto (Tabla 7) de primera presentó un rendimiento promedio de 4787 kg ha⁻¹ variando entre 4073 y 5350 kg ha⁻¹ sin presentar diferencias significativas entre los cultivares. El peso de granos promedio fue de 127 mg (con un rango entre 120 y 138 mg). La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 4581 kg ha⁻¹ (variando entre 2947 y 5219 kg ha⁻¹), que representa una reducción del 4% debido al retraso en la fecha de siembra. El peso de granos promedio fue de 151 mg (con un rango entre 99 y 173 mg).

Tabla 7. Cultivares del GM V corto. Rendimiento grano (kg ha⁻¹), rendimiento relativo (RR, %) y peso de granos (PG, mg) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. CV (%) y LSD corresponden al coeficiente de variación y diferencia mínima significativa (p≤ 0,05). Valor medio ± desvío estándar.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	RR (%)	PG (mg)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	RR (%)	PG (mg)
50MS01 STS	4249 ± 11	89	125 ± 1	4612 ± 149	101	148 ± 3
53 MS01 IPRO	4361 ± 110	91	131 ± 3	4934 ± 169	108	165 ± 2
53MS02 STS	5171 ± 225	108	132 ± 2	4537 ± 197	99	155 ± 1
ACA 5020 IPRO	4991 ± 124	104	138 ± 1	2947 ± 118	64	159 ± 1
AR 3079	4687 ± 236	98	123 ± 5	5188 ± 164	113	154 ± 1
BIOCERES 5.01	4073 ± 80	85	120 ± 1	4510 ± 66	98	158 ± 1
BIOCERES 5.21	4521 ± 210	94	130 ± 5	4908 ± 181	107	155 ± 1
CZ 5407 IPRO	5094 ± 140	106	135 ± 5	4817 ± 234	105	146 ± 1
DM 50i17 IPRO STS	4919 ± 285	103	122 ± 4	4930 ± 91	108	149 ± 1
DM 52R19	4841 ± 21	101	133 ± 3	4879 ± 304	107	162 ± 3
DM 53i53 IPRO	4562 ± 53	95	126 ± 1	4139 ± 261	90	173 ± 0
GYT 5300 R	4441 ± 124	93	125 ± 2	4164 ± 145	91	150 ± 2
HO 50135	4804 ± 151	100	127 ± 4	4334 ± 69	95	158 ± 2
IS 52.0 RR1 STS	4646 ± 76	97	122 ± 2	3801 ± 159	83	149 ± 2
LDC 5.3	4938 ± 138	103	132 ± 3	4518 ± 177	99	142 ± 2
LG 5365 STS	5479 ± 22	114	142 ± 3	4918 ± 396	107	163 ± 2
NS 5028 STS	4833 ± 182	101	117 ± 2	5199 ± 100	113	144 ± 1
NS 5030 IPRO STS	4722 ± 169	99	120 ± 5	4487 ± 84	98	159 ± 2
NS 5258	4779 ± 97	100	120 ± 1	5150 ± 201	112	139 ± 1
RA 5217	5065 ± 169	106	127 ± 4	4482 ± 127	98	99 ± 25
SY 5X1 RR	5350 ± 162	112	125 ± 3	4697 ± 312	103	139 ± 1
VT 5335	5200 ± 94	109	129 ± 2	5219 ± 20	114	158 ± 1
Promedio	4787		127	4581		151
CV (%)	9,5		7,7	14,6		12,4
LSD	747		16,5	1103		31
	NS		NS	**		NS



Los cultivares de ciclo V largo presentaron una duración total de 153 y 130 días en Soja de primera y de segunda, respectivamente. En la primera fecha el ciclo total varió entre 142 y 155, mientras que en la segunda, el rango varió entre 127 y 133 (Tabla 8).

La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 81 cm (variando entre 65 y 105 cm), mientras que en Soja de segunda fue de 86 cm en promedio (en un rango entre 85 y 103 cm). Asimismo, se detectaron 4 y 2 cultivares con vuelco de plantas, en la fecha de siembra de primera y segunda, respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Cultivares del GM V largo. Ciclo total (en días), Vuelco (1-4) y altura de plantas en R8 (Alt., cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. Valor medio + desvío estándar.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)
59MS01 IPRO STS	152	2	103	127		87
ACA 5785 GRST	152		70	127		90
AL 1339	155		85	135		80
AW 5714 IPRO	152	2	105	130	1	103
AW 5815 IPRO	155		78	130		80
BIOCERES 5.92	155		73	130		78
CZ 5907 IPRO	142	4	92	130	3	92
DM 55R20 STS	152		87	130		90
HO 59136	152	3	65	127		85
LG 5804	152		68	130		85
RA 569	152		65	127		73
RA 5715 IPRO	158		83	130		85
RA 5816 IPRO	155		80	133		87
Promedio	153		81	130		86

El GM V largo (Tabla 9) de primera presentó un rendimiento promedio de 4464 kg ha⁻¹ variando entre 3655 y 5359 kg ha⁻¹ sin diferencias significativas entre los cultivares. El peso de granos promedio fue de 128 mg (con un rango entre 79 y 147 mg). La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 4409 kg ha⁻¹ (variando entre 3910 y 5273 kg ha⁻¹), que representa una reducción del 1% debido al retraso en la fecha de siembra. El peso de granos promedio fue de 152 mg (con un rango entre 139 y 171 mg).



Tabla 9. Cultivares del GM V largo. Rendimiento (kg ha^{-1} en grano), rendimiento relativo (RR) y peso de granos (en mg) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. CV (%) y LSD corresponden al coeficiente de variación y diferencia mínima significativa ($p \leq 0,05$). Valor medio \pm desvío estándar.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)
59MS01 IPRO STS	4369 \pm 238	98	121 \pm 3	4768 \pm 256	108	148 \pm 1
ACA 5785 GRST	5359 \pm 176	120	136 \pm 4	5273 \pm 67	120	162 \pm 1
AL 1339	4207 \pm 107	94	136 \pm 3	4184 \pm 234	95	156 \pm 0
AW 5714 IPRO	4460 \pm 212	100	126 \pm 7	4704 \pm 319	107	139 \pm 0
AW 5815 IPRO	4906 \pm 72	110	128 \pm 1	3910 \pm 227	89	151 \pm 4
BIOCERES 5.92	4721 \pm 278	106	147 \pm 5	4396 \pm 239	100	171 \pm 2
CZ 5907 IPRO	4242 \pm 336	95	142 \pm 2	4775 \pm 100	108	152 \pm 1
DM 55R20 STS	4459 \pm 164	100	136 \pm 3	4755 \pm 349	108	159 \pm 2
HO 59136	5124 \pm 65	115	127 \pm 3	4734 \pm 112	107	142 \pm 1
LG 5804	3975 \pm 139	89	127 \pm 3	4202 \pm 184	95	161 \pm 1
RA 569	4864 \pm 84	109	141 \pm 2	3977 \pm 251	90	151 \pm 0
RA 5715 IPRO	4031 \pm 122	90	79 \pm 20	4259 \pm 24	97	148 \pm 1
RA 5816 IPRO	3655 \pm 220	82	115 \pm 5	4158 \pm 95	94	140 \pm 1
Promedio	4464		128	4409		152
CV (%)	14,8		7,7	11,1		4
LSD	1119		38	826		10,6
	NS		NS	NS		**

Grupo de madurez VI

Los cultivares de ciclo VI corto presentaron una duración total de 155 y 133 días en Soja de primera y de segunda, respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 152 y 158, mientras que en segunda el rango fue entre 130 y 137 (Tabla 10).

La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 98 cm (variando entre 78 y 117 cm), mientras que en Soja de segunda fue de 93 cm en promedio (en un rango entre 82 y 113 cm). Asimismo, se detectaron 10 y 9 cultivares con vuelco de plantas, en la fecha de siembra de primera y segunda, respectivamente (Tabla 10).



Tabla 10. Cultivares del GM VI corto. Ciclo total (en días), Vuelco (1-4) y altura de plantas en R8 (Alt., cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)
60MS01 STS	152	1	87	133	1	95
62MS01 IPRO STS	158	1	103	133	1	88
62R63 RSF	152	1	88	137	1	90
AW 6211 IPRO	158	2	110	130	1	87
BIOCERES 6.21	152	1	78	135		82
DM 60i62 IPRO	158	3	110	130	2	95
DM 63i64 IPRO	158	3	115	135	3	113
LG 6124 TS	155		83	130		85
MS 6.3 IPRO	158	4	117	130	2	100
RA 652	152	1	82	133	1	90
SYN 1561 IPRO	152	2	108	133	3	103
Promedio	155		98	133		93

El GM V largo (Tabla 11) de primera presentó un rendimiento promedio de 4689 kg ha⁻¹ variando entre 3947 y 5869 kg ha⁻¹. El peso de granos promedio fue de 135 mg (con un rango entre 118 y 160 mg). La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 4903 kg ha⁻¹ (variando entre 4450 y 5628 kg ha⁻¹), que representa un incremento de 5% con respecto a la fecha de siembra de primera. El peso de granos promedio fue de 156 mg (con un rango entre 147 y 169 mg).

Los cultivares de ciclo VI largo presentaron una duración total de 163 y 135 días en Soja de primera y de segunda, respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 155 y 165, mientras que en segunda el rango fue entre 130 y 140 (Tabla 12). La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 112 cm (variando entre 100 y 127 cm), mientras que en Soja de segunda fue de 104 cm en promedio (en un rango entre 92 y 120 cm). Asimismo, se detectaron 15 y 12 cultivares con vuelco de plantas, en la fecha de siembra de primera y segunda, respectivamente (Tabla 12).

El GM VI largo (Tabla 13) de primera presentó un rendimiento promedio de 3198 kg ha⁻¹ variando entre 2160 y 4066 kg ha⁻¹. El peso de granos promedio fue de 115 mg (con un rango entre 96 y 128 mg). La soja de segunda tuvo un rendimiento promedio de 4545 kg ha⁻¹ (variando entre 4012 y 4933 kg ha⁻¹), lo cual representa un incremento de 42% con respecto a la fecha de siembra de primera. El peso de granos promedio fue de 151 mg (con un rango entre 130 y 175 mg).



Tabla 11. Cultivares del GM VI corto. Rendimiento grano (kg ha^{-1}), rendimiento relativo (RR, %) y peso de granos (PG, mg) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. CV (%) y LSD corresponden al coeficiente de variación y diferencia mínima significativa ($p \leq 0,05$). Valor medio \pm desvío estándar.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)
60MS01 STS	4986 \pm 117	106	138 \pm 2	4532 \pm 202	92	149 \pm 0
62MS01 IPRO STS	4221 \pm 228	90	120 \pm 4	4450 \pm 168	91	161 \pm 0
62R63 RSF	4786 \pm 304	102	147 \pm 6	4668 \pm 110	95	153 \pm 2
AW 6211 IPRO	4609 \pm 60	98	124 \pm 2	4575 \pm 235	93	150 \pm 3
BIOCERES 6.21	5408 \pm 248	115	160 \pm 3	5341 \pm 62	109	169 \pm 1
DM 60i62 IPRO	5869 \pm 139	125	155 \pm 5	5530 \pm 78	113	149 \pm 1
DM 63i64 IPRO	3947 \pm 46	84	137 \pm 2	4775 \pm 28	97	164 \pm 2
LG 6124 TS	4975 \pm 167	106	133 \pm 6	5628 \pm 96	115	164 \pm 1
MS 6.3 IPRO	4178 \pm 113	89	123 \pm 6	5391 \pm 116	110	153 \pm 1
RA 652	4999 \pm 89	107	130 \pm 1	4549 \pm 27	93	147 \pm 1
SYN 1561 IPRO	3894 \pm 80	83	118 \pm 1	4809 \pm 34	98	162 \pm 1
Promedio	4689		135	4903		156
CV (%)	13,9		13,6	8,3		3
LSD	742		26	694		7,9
	**		NS	**		**



Tabla 12. Cultivares del GM VI largo. Ciclo total (en días), Vuelco (1-4) y altura de plantas en R8 (Alt., cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)
66MS01	165	2	100	135	1	98
AX 795	165		103	135		92
BIOCERES 6.51	163	1	123	130	1	110
CZ 6505 B	163	1	105	130	1	100
CZ 6806 IPRO	158	4	125	140	3	107
DM 6.8 i	163	1	117	135	2	117
DM 66R69 STS	155		102	133	1	108
DM 67i70 IPRO	165	2	120	138		92
M 6410 IPRO	163	3	113	135	2	103
MS 6.9 IPRO	163	4	122	133	3	120
NS 6248	165	1	105	138		93
NS 6483	163	2	108	135	1	108
NS 6538 IPRO	165	2	127	135		113
NS 6859 IPRO	165	2	125	135	1	115
RA 655	165		107	133		92
RA 659	163	2	120	135	2	95
SY 6x8 IPRO	164	1	120	135	2	118
SY 7x1 IPRO	163	2	115	130		102
Promedio	163		112	135		104



Tabla 13. Cultivares del GM VI largo. Rendimiento (kg ha^{-1} en grano), rendimiento relativo (RR) y peso de granos (en mg) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. CV (%) y LSD corresponden al coeficiente de variación y diferencia mínima significativa ($p \leq 0,05$). Valor medio \pm desvío estándar.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)	Rendimiento (kg ha^{-1})	RR (%)	PG (mg)
66MS01	3417 \pm 245	107	139 \pm 5	4575 \pm 54	101	175 \pm 1
AX 795	3439 \pm 323	108	119 \pm 3	4822 \pm 204	106	156 \pm 1
BIOCERES 6.51	3027 \pm 159	95	96 \pm 3	4401 \pm 126	97	146 \pm 1
CZ 6505 B	3694 \pm 151	116	115 \pm 3	4796 \pm 212	106	150 \pm 1
CZ 6806 IPRO	2741 \pm 275	86	118 \pm 11	4743 \pm 50	104	152 \pm 0
DM 6.8 i	2387 \pm 185	75	108 \pm 4	4012 \pm 83	88	157 \pm 3
DM 66R69 STS	3328 \pm 104	104	123 \pm 0	4779 \pm 123	105	165 \pm 1
DM 67i70 IPRO	3961 \pm 200	124	115 \pm 8	4520 \pm 125	99	158 \pm 1
M 6410 IPRO	3505 \pm 141	110	116 \pm 2	4376 \pm 68	96	147 \pm 1
MS 6.9 IPRO	2792 \pm 48	87	123 \pm 3	4707 \pm 151	104	142 \pm 4
NS 6248	3858 \pm 218	121	123 \pm 3	4461 \pm 68	98	157 \pm 2
NS 6483	2814 \pm 224	88	102 \pm 8	4933 \pm 109	109	147 \pm 0
NS 6538 IPRO	2160 \pm 278	68	98 \pm 9	4462 \pm 143	98	141 \pm 2
NS 6859 IPRO	2406 \pm 83	75	111 \pm 7	4550 \pm 31	100	145 \pm 3
RA 655	3902 \pm 184	122	122 \pm 1	4791 \pm 102	105	130 \pm 1
RA 659	4066 \pm 134	127	128 \pm 1	4763 \pm 282	105	156 \pm 2
SY 6x8 IPRO	3043 \pm 289	95	116 \pm 8	4449 \pm 53	98	153 \pm 1
SY 7x1 IPRO	3357 \pm 169	105	109 \pm 5	4150 \pm 121	91	148 \pm 2
Promedio	3198		115	4545		151
CV (%)	10,3		9,4	9,4		4,2
LSD	813		21,3	709		10,6
	**		**	NS		**



Grupo de madurez VII -VIII

Los cultivares de ciclo VII-VIII presentaron una duración total de 167 y 140 días en Soja de primera y de segunda, respectivamente. En la fecha de primera el ciclo total varió entre 165 y 169, mientras que en segunda el rango fue entre 138 y 142 (Tabla 14). La altura de plantas en R8 en soja de primera fue de 115 cm (variando entre 88 y 128 cm), mientras que en Soja de segunda fue de 99 cm en promedio (en un rango entre 90 y 113 cm). Asimismo, se detectó vuelco de plantas en todos los cultivares de primera y segunda fecha excepto NS 8288 STS en fecha de siembra de primera (Tabla 14).

Tabla 14. Cultivares del GM VII-VIII. Ciclo total (en días), Vuelco (1-4) y altura de plantas en R8 (Alt., cm) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda.

Cultivar	Soja de primera (28/11)			Soja de segunda (23/12)		
	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)	Ciclo total (días)	Vuelco (1-4)	Alt. R8 (cm)
78MS01 IPRO	169	4	113	140	1	103
80x20 IPRO STS	165	3	112	138	2	97
ACA 7890 IPRO	165	4	108	140	4	97
CZ 7905 IPRO	169	4	125	142	4	108
DM 75i75 IPRO	169	2	110	138	3	98
DM 8277 IPRO STS	169	2	128	142	3	98
DM 8473	165	2	103	142	1	97
HO74134	165	2	120	140	3	99
M 6210 IPRO	165	4	123	138	4	107
NS 7709 IPRO STS	165	3	118	142	3	92
NS 8018 IPRO STS	169	4	103	138	2	90
NS 8288 STS	169		88	140	3	88
RA 7719	169	2	120	142	3	113
Promedio	167		115	140		99

El GM VII-VIII de segunda presentó un rendimiento promedio 4410 kg ha⁻¹ variando entre 3854 y 5072 kg ha⁻¹ sin diferencias significativas entre los cultivares (Tabla 15). El peso de granos promedio fue de 156 mg (con un rango entre 138 y 175 mg). La soja de primera presentó CV mayor a 15% por lo que se descartó el experimento.



Tabla 15. Cultivares del GM VII-VIII. Rendimiento en grano (kg ha⁻¹), rendimiento relativo (RR, %) y peso de granos (PG, mg) correspondiente a los experimentos soja de primera y de segunda. CV (%) y LSD corresponden al coeficiente de variación y diferencia mínima significativa (p≤ 0,05). Valor medio ± desvío estándar.

Cultivar	Soja de segunda (23/12)		
	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	RR (%)	PG (mg)
78MS01 IPRO	4244 ± 142	96	168 ± 2
80x20 IPRO STS	4419 ± 101	100	141 ± 3
ACA 7890 IPRO	4832 ± 129	110	175 ± 3
CZ 7905 IPRO	5001 ± 67	113	154 ± 1
DM 75i75 IPRO	5072 ± 254	115	168 ± 4
DM 8277 IPRO STS	3854 ± 137	87	144 ± 1
DM 8473	4340 ± 137	98	160 ± 2
HO74134	4795 ± 140	109	157 ± 1
M 6210 IPRO	4831 ± 237	110	148 ± 1
NS 7709 IPRO STS	4122 ± 165	93	167 ± 1
NS 8018 IPRO STS	4169 ± 32	95	138 ± 3
NS 8288 STS	4212 ± 212	96	146 ± 3
RA 7719	3988 ± 208	90	159 ± 3
Promedio	4410		156
CV (%)	10,1		4,5
LSD	750		12,3
	NS		**

CONSIDERACIONES FINALES

Las condiciones ambientales durante la campaña 2019/20 fueron regulares a buenas para soja de primera mientras que para soja de segunda fueron favorables. Reportes previos (Rosetti et al., 2019), indican que los rendimientos en las fechas de siembra de primera son más elevados que las fechas de segunda. Si bien esta diferencia se hizo evidente en los GM IV y V, los cultivares de ciclos más largos (VI largos) sembrados de primera presentaron rendimiento similar en ambas fechas de siembra. Esto se debió, probablemente, al menor contenido de agua útil inicial y a la restricción de precipitaciones durante el periodo crítico de estos GM .

Si bien es conocido que en los cultivos de verano las precipitaciones estivales son fundamentales para el logro de altos rendimientos potenciales, es importante remarcar la importancia de la acumulación de agua inicial en el perfil, principalmente al momento de la interrupción del ciclo de los cultivos de cobertura.



Las condiciones ambientales de campaña fueron propicias para realizar una adecuada caracterización del comportamiento de los diferentes cultivares frente al vuelco de planta. Esta característica debe ser tenida en cuenta al momento de seleccionar cultivares para evitar pérdidas de rendimiento y complicaciones al momento de la cosecha.

Por otro lado, debido a la aparición y registro en el mercado de nuevas variedades de soja, resulta importante la realización de este tipo de ensayos para verificar y validar su adaptación a las condiciones agroecológicas de producción del centro de Santa Fe.

AGRADECIMIENTOS

A Germán Eggel y Alejandro Chiavassa de la EEA INTA Rafaela por la ayuda brindada durante la siembra y cosecha del ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

- Baigorri, H. 2004. Criterios generales para la elección y el manejo de cultivares en el Cono Sur. En: Díaz Zorita M. y Duarte G. A. (Eds.). Manual Práctico para la producción de soja. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 2004 pp 53-54.
- Fehr, W.R. & Caviness, C.E. 1977. Stage of soybean development. Special Report 80, Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Exp. Stn Iowa State University, Ames, Iowa. Vol. 11:929–931.
- Di Rienzo J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada & C.W Robledo. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>. (junio,2017).
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2020. Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA). Disponible en: <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. (Ultimo acceso: Agosto de 2020).
- Otegui, M.E & López Pereira M. 2003. Capítulo 12: Fecha de siembra. Producción de granos. Bases Funcionales para su manejo. Eds. E Satorre et al. Buenos Aires, UBA. Pág: 259-275
- Rosetti, L., Lozano Coronell, A. y Zuil, S. 2019. Evaluación de cultivares de soja de los GM IV a VIII en Rafaela. Campaña 2018/2019.
- Sapino, V., Petrabisi, H. 2019. Boletín Agrometeorológico Mensual INTA Rafaela. Diciembre 2019. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/boletin-agrometeorologico-mensual-inta-rafaela-diciembre-2019> (Ultimo acceso: Agosto de 2020).



ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTE GRUPO DE MADUREZ EN EL CENTRO DE SANTA FE.

ZUIL, S. ^{1*}; ROSETTI, L. ¹ y LOZANO CORONEL, A. ¹

¹INTA EEA Rafaela

* Autor de contacto: zuil.sebastian@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La selección de la variedad a sembrar es un aspecto central en la tecnología de producción del cultivo de soja, debido a que determina la eficiencia con que se aprovechará la oferta de recursos disponibles (radiación, temperaturas, lluvias y nutrientes) y junto a la fecha de siembra, determina el ambiente climático al que se estará expuesto durante los momentos críticos de definición del rendimiento.

Una adecuada definición del ambiente productivo y la caracterización del comportamiento de los genotipos en forma integrada, contribuirá a una mejor comprensión de la productividad media (adaptación) de los distintos genotipos y probables variaciones (estabilidad) de la misma, constituyendo una información básica para reducir el error al momento de concretar la selección.

Mediante diferentes prácticas de manejo agronómico se busca brindar un ambiente favorable (suelo, clima, libre de plagas, etc.) para el desarrollo y crecimiento del cultivo de soja. Las condiciones de temperatura, radiación y distribución de precipitaciones varían ampliamente de una campaña a otra, lo que hace más compleja la elección del cultivar. Esta variabilidad es la que reduce la estabilidad en los sistemas productivos en la zona central de Santa Fe. En INTA Rafaela se llevan adelante ensayos comparativos de rendimiento de soja (ECR) en los que participan cultivares de grupos de madurez IV, VI, VII y VIII.

Existen varios métodos para analizar la estabilidad de un cultivar en distintas campañas. En el ámbito de la Red de evaluación de cultivares de soja (RECSO), los métodos más usuales son: (1) presentar el rendimiento promedio de cada cultivar a través de los años (Abbate et al., 2010); (2) graficar el rendimiento promedio de cada cultivar en función de un índice de estabilidad constituido por el cociente entre la varianza del cultivar y la varianza ambiental (método propuesto por Masiero y Castellano, 1991, basado en Shukla, 1972) y (3) realizar un análisis de Índice Ambiental Linealmente Ajustado (Finlay y Wilkinson, 1963, Santos et al., 2013 y 2015).

El primer método es de cálculo e interpretación sencilla, pero la inestabilidad puede confundirse con las variaciones ambientales. El segundo, cuantifica la estabilidad de cada cultivar sin mayor detalle de sus interacciones con cada ambiente, sin embargo, requiere un programa informático específico para su cálculo. El tercer método permite analizar los cultivares en base a un valor de pendiente, de modo que si la pendiente es igual a 1 el cultivar es estable y de amplia adaptación, cuando es mayor que 1 se adapta a ambientes de alta calidad y cuando es menor que 1 se adapta a ambientes de inferior calidad (Tollenaar y Lee, 1992).



El objetivo del presente trabajo fue comparar las tres metodologías de análisis de estabilidad en base a su complejidad de cálculo, a partir de ensayos realizados desde la campaña de soja 2016 hasta la campaña 2019, en fechas temprana y tardía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos presentados fueron obtenidos durante las campañas agrícolas 2016/17, 2017/2018 y 2018/2019 (Rosetti y Villar, 2017; Rosetti, 2018, Rosetti et al., 2019 y Zuil et al. 2020) en INTA Rafaela (Lat. 31°12'S 61°30' W, altitud 100 m), ubicada en la Subregión sojera II-2. Los ensayos forman parte de la red de evaluación de cultivares de soja (RECSO) realizados en convenio entre INTA y ASA y coordinados por el INTA.

Manejo del cultivo

Los experimentos se condujeron sobre un suelo *Argiudol típico* (Serie Rafaela), de textura franco-limosa (USDA Soil Taxonomy). Los suelos, al momento de la siembra, se encontraban muy bien provistos de fósforo (Tabla 1) por lo que no fue necesario suplementarlos con fertilizante fosforado. Los cultivares evaluados se distribuyeron en dos épocas de siembra, primera o temprana y segunda o tardía (Tabla 2). El tamaño de las parcelas sembradas fue de cuatro surcos de ancho, distanciados 0,52 m y 5 m de largo. La orientación de los surcos fue similar en todas las campañas. Todos los ensayos se condujeron en siembra directa y bajo condición de secano.

Las malezas fueron controladas inicialmente por medio de herbicidas totales en presembrado y postemergencia temprana. Los insectos fueron controlados mediante insecticidas selectivos según la especie y umbrales de daño. Las enfermedades fueron controladas con fungicidas por medio de una mezcla comercial de un triazol y una estrobilurina a comienzo del periodo crítico.



Tabla 1. Detalle de fechas de siembra (FS), cultivo antecesor (C.A.), materia orgánica (MO en %), nitrógeno total (Nt en %), nitrógeno de nitratos (N-NO₃ en ppm), fósforo (P Bray en ppm), pH, agua útil (AU en mm a 1.5 metros de profundidad) y precipitaciones acumuladas (P.A. en mm) correspondientes a las campañas desde 16-17 hasta 19-20.

Campaña	16-17	17-18	18-19	19-20			
FS	21/11	21/11	27/12	30/11	3/1	28/11	23/12
C.A.	Maíz	Maíz	Trigo	Maíz	Trigo	C.C. ¹	Trigo
MO (%)	2.66	2.86	2.36	2.23	2.49	2.57	2.62
Nt (%)	0.14	0.15	0.13	0.12	0.14	0.15	0.15
N-NO₃ (ppm)	9.4	16.4	9.0	11.1	21.7	17.2	11.9
P Bray (ppm)	39	45.7	34.7	38.5	60.9	34.6	30
pH	6.0	5.9	6.1	5.9	6.0	5.9	5.8
AU (mm)	325	284	150	220	--	181	214
P. A.	453	251	343	502	484	566	451

¹ C.C.: cultivo de cobertura de nabo forrajero y centeno.



Tabla 2. Identificador (Id), grupos de madurez y cultivares comunes durante las campañas 2016/17 hasta 2019/20.

Id	Grupo de madurez	CULTIVAR	Id	Grupo de madurez	CULTIVAR
1	IV	BIOCERES 4.51	21	VI	BIOCERES 6,21
2	IV	BIOCERES 4.91	22	VI	CZ 6505
3	IV	DM 4612	23	VI	CZ 6806 IPRO
4	IV	DM 46i17 IPRO	24	VI	DM 6.8i
5	IV	NS 4309	25	VI	DM 60i62 IPRO
6	IV	SY 4X1	26	VI	DM 63i64
7	IV	SY 4X9	27	VI	M 6410 IPRO
8	IV	VT 4994	28	VI	MS 6,3 IPRO
9	V	59MS01 IPRO STS	29	VI	MS 6.9 IPRO
10	V	AW 5714 IPRO	30	VI	NS 6248
11	V	AW 5815 IPRO	31	VI	NS 6483
12	V	CZ 5907 IPRO	32	VI	NS 6859 IPRO
13	V	DM 50 i 17	33	VI	RA 652
14	V	DM 53i53 IPRO	34	VI	RA 659
15	V	LDC 5.3	35	VI	SY 6x8 IPRO
16	V	NS 5258	36	VII L y VIII	CZ 7905
17	V	RA 5715 IPRO	37	VII L y VIII	DM 8277 RSF IPRO STS
18	V	SY 5X1	38	VII L y VIII	DM 8473 RSF
19	V	VT 5335	39	VII L y VIII	M 6210 IPRO
20	VI	AW 6211 IPRO	40	VII L y VIII	NS 7709 IPRO STS



Mediciones

El rendimiento en grano se cuantificó cosechando mecánicamente tres surcos de cada parcela. Previo a la cosecha, se midió el largo de cada parcela a fin de determinar la superficie cosechada. Antes y después de la cosecha se recorrieron los ensayos para cuantificar las pérdidas atribuibles a la cosecha. Los rendimientos de cada parcela fueron ajustados a 13,5% de humedad (humedad de comercialización del grano de soja según Norma XVII de la Resolución 151, SAGYP 2008).

Diseño experimental y análisis estadísticos

Los cultivares (tratamientos) dentro de cada ensayo se dispusieron siguiendo un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. Se analizó la homogeneidad de varianza entre cultivares mediante la prueba del cociente de verosimilitud de Bartlett. La diferencia entre los rendimientos promedios de los cultivares se estableció mediante Análisis de Varianza (ANOVA). Cuando el ANOVA indicó diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$), los promedios se compararon por el método de la mínima diferencia significativa (MDS) de Fisher.

Los análisis de estabilidad realizados fueron los siguientes:

a) Análisis de estabilidad de los genotipos mediante el método propuesto por Shukla.

La metodología de análisis de los rendimientos para cada grupo de madurez (GM) se basa en el cálculo y prueba de la interacción genotipo-ambiente y su partición en componentes no independientes por genotipo, considerando dos modelos según la metodología propuesta por Shukla (1972) y adaptado por Masiero y Castellano (1991).

b) Estabilidad de rendimiento en base a $DRTO_{ij}$ y CV_i (Abbate *et al.*, 2010)

El rendimiento de cada cultivar se expresó como la diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio del ensayo como:

$$DRTO_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \overline{RTO}_j}{\overline{RTO}_j} * 100$$

donde $DRTO_{ij}$ es la diferencia porcentual del rendimiento (RTO) del cultivar i , en el ensayo j y \overline{RTO}_j es el rendimiento promedio de todos los cultivares participantes del ensayo j que estuvieron presentes. Por otra parte, para cada cultivar se calculó el coeficiente de variación a través de las campañas como:

$$CV_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (DRTO_{ij} - \overline{DRTO}_i)^2 / (n - 1)}}{\overline{RTO}_i} * 100$$



donde CV_i es el coeficiente de variación de $DRT0$ correspondiente al cultivar i . De esta manera el cálculo del CV_i resulta balanceado, es decir, incluye en todos los ensayos los mismos cultivares.

El valor de CV_i fue considerado como estimador de la estabilidad del cultivar i . El cultivar más ventajoso será aquel que combine un alto $DRT0_{ij}$ y un bajo CV_i , ya que presenta una alta diferencia porcentual respecto al promedio del ensayo a través de las campañas en que fue evaluado.

c) Análisis de Índice Ambiental Linealmente Ajustado.

Se calcularon los índices ambientales para cada ambiente (campaña y época de siembra) y grupo de madurez. Se establecieron regresiones lineales entre el rendimiento de cada cultivar y el índice ambiental correspondiente. La pendiente de cada regresión se estableció como (Finlay y Wilkinson, 1963):

$$\beta_i = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(X_i - \bar{X})^2}$$

Donde β_i es la pendiente de la regresión lineal entre el índice ambiental X y el rendimiento Y obtenido de cada cultivar. Para calcular δ_i^2 las desviaciones respecto a las regresiones de los valores observados sobre los índices ambientales se utilizó el cuadrado medio del error del análisis de regresión lineal (Eberhart y Russell, 1966; Alwala *et al.*, 2010). Los cultivares con β_i igual a 1 son estables y de amplia adaptación. Cuando β_i es >1 y <1 son adaptados a ambientes de alta y baja calidad, respectivamente (Tollenaar y Lee, 1992).

RESULTADOS

En general, el rango de rendimiento en granos analizados desde la campaña 2016 hasta 2019 estuvo comprendido entre 3000 y 6800 kg ha⁻¹ (Figura 1), a excepción de la campaña 2019/20, donde el rendimiento de los grupos de madurez más largos estuvo comprendido entre 1000 y 3000 kg ha⁻¹ (Zuil *et al.* 2020). Por otro lado, en las fechas de siembra de primera, al tener en la mayoría de los casos mayor contenido de agua inicial (Tabla 1), fue más frecuente encontrar rendimientos mayores en comparación con la fecha de siembra de segunda. Asimismo, por campaña y fecha de siembra, los grupos V y VI fueron los que mayores rendimientos alcanzaron (Figura 1)

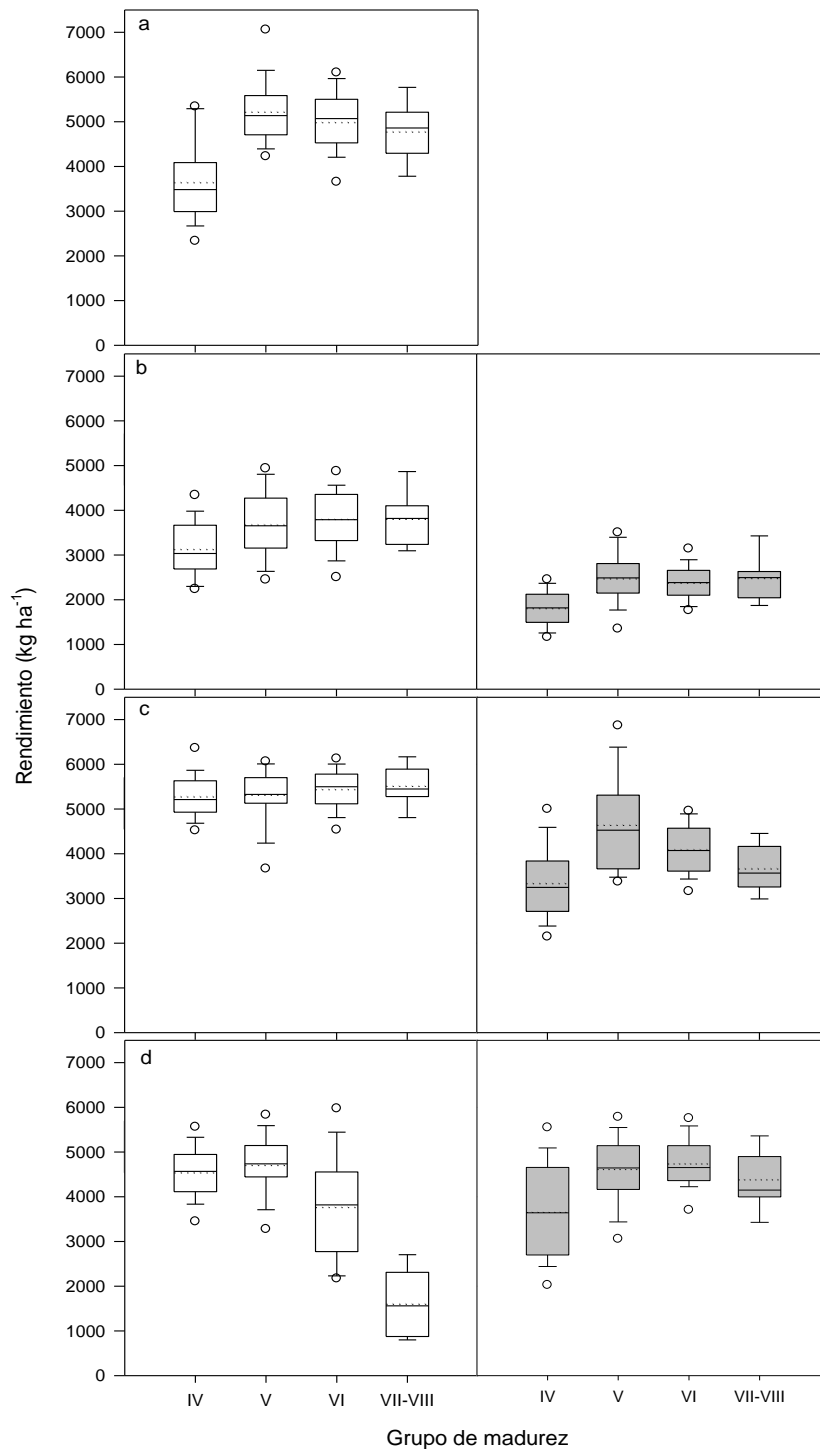


Figura 1: Diagrama de cajas del rendimiento promedio de grano (kg ha⁻¹) corregido al 13,5% de humedad para cada campaña: a) 2016/17, b) 17/18, c) 18/19 y d) 19/20, sembrados de primera y segunda (cajas blancas y grises respectivamente) de los cultivares por grupo de madurez descriptos en Tabla 2. Línea punteada en cada caja corresponde a la media de los cultivares por cada grupo de madurez.



El rendimiento promedio del GM IV fue aproximadamente de 3624 kg ha⁻¹ (Figura 2). En base a los análisis de estabilidad por medio del coeficiente Shukla (Figura 2 y 3) se puede observar que el cultivar 7 expresó alto potencial (por encima del promedio), estable en los ambientes, con bajo coeficiente Shukla y CV por debajo del promedio. En cuanto al GM V, el rendimiento promedio fue de 4358 kg ha, un 27% superior al GM IV. En base al análisis Shukla, no se detectaron cultivares con rendimientos medios superiores al promedio, estables entre campañas y fechas de siembra. No obstante, con el análisis del diferencial de rendimiento, el cultivar 9 podría ser considerado como más estable y de rendimiento por encima del promedio. Al analizar el GM VI, el rendimiento promedio fue de 4157 kg ha, un 5% inferior al GM V. En base al análisis Shukla y de diferencial de rendimiento, se detectaron cultivares superiores al promedio estables entre campañas y fechas de siembra, como los 22, 26 34 y 30 (Figura 2 y 3). Por último, en cuanto a los GM VII-VIII, el rendimiento promedio fue de 3747 kg ha, un 16% inferior al GM V. En base al análisis Shukla no se detectaron cultivares con rendimientos medios superiores al promedio estables entre campañas y fechas de siembra (Figura 2 y 3).

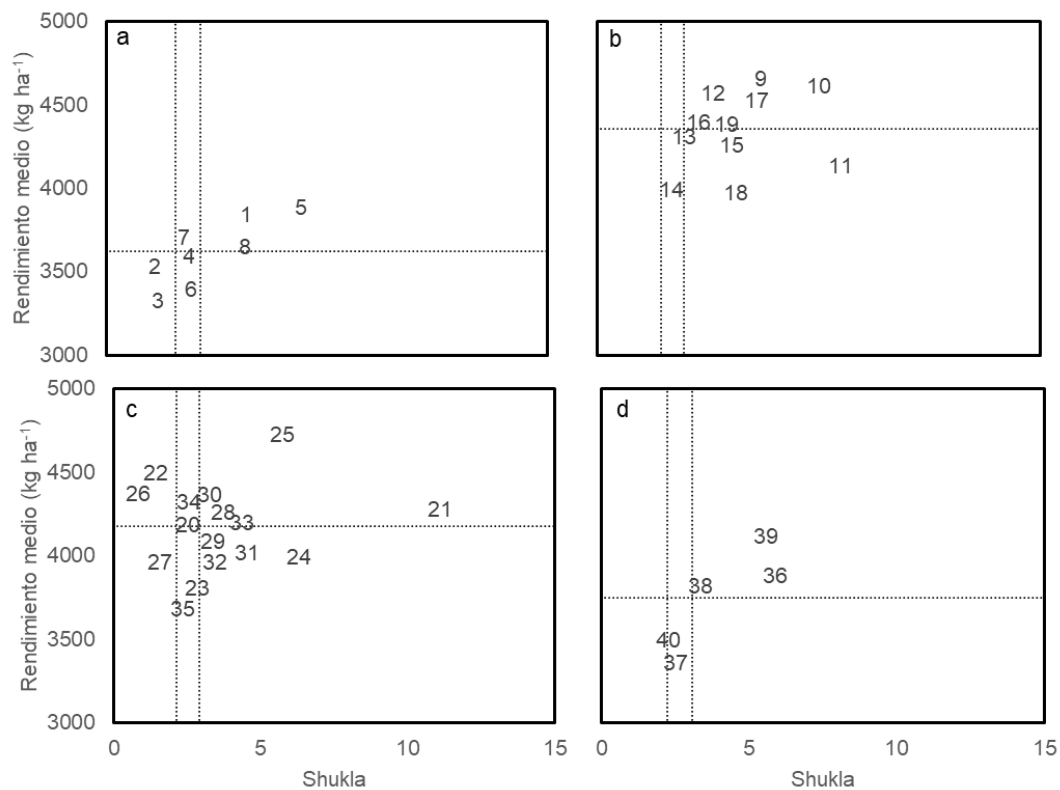


Figura 2: Rendimiento promedio de grano (kg ha⁻¹) corregido al 13,5% de humedad en función del coeficiente de estabilidad Shukla (Shukla, 1972 y adaptado por Massiero y Castellano, 1991) para a) GM IV, b) GM V, c) GM VI y d) GM VII-VIII. Identificador del cultivar descrito en Tabla 2. Las líneas verticales corresponden al valor F de Snedecor al 5 y 1% de probabilidad. Línea horizontal corresponde al rendimiento promedio.

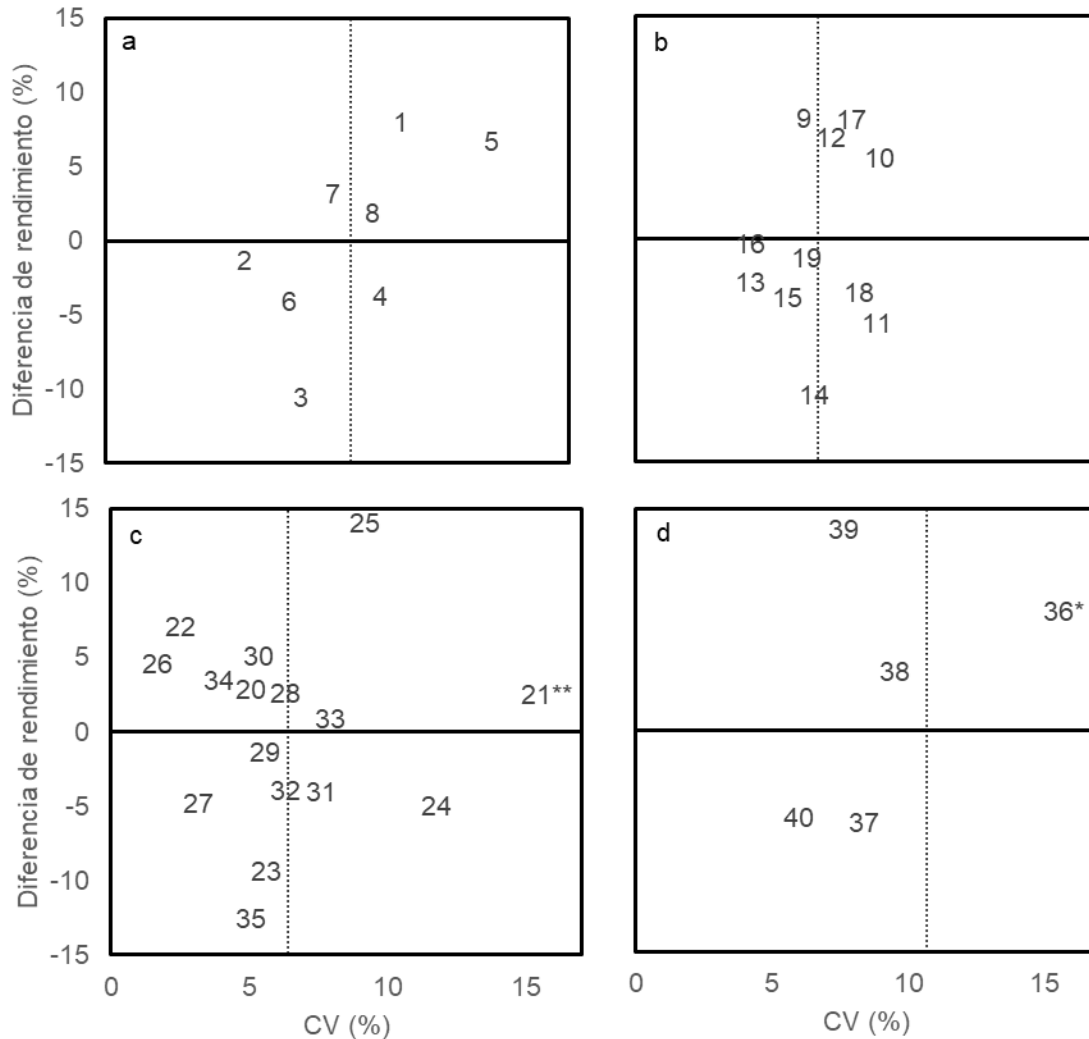


Figura 3. Diferencia de rendimiento promedio de grano (kg ha^{-1}) corregido al 13,5% de humedad (DRTO en %, Ec.1) y el coeficiente de variación (CV, Ec. 2) para a) GM IV, b) GM V, c) GM VI y d) GM VII-VIII. Identificador del cultivar descrito en Tabla 2. La línea vertical corresponde al CV promedio. * corresponden a valores superiores a 15% de coeficiente de variación.

Si bien los análisis anteriores demuestran la estabilidad de los cultivares, es necesario complementar la información con un estudio de adaptabilidad (Figura 4). Este estudio indica si un cultivar se adapta a todos los ambientes, es decir, si solo tiene buen comportamiento en ambientes de alto potencial o si también se comporta bien en ambientes de bajo potencial. Por lo tanto, los cultivares que tienen valores >1 y <1 indican que su comportamiento es bueno en ambientes de alto y bajo potencial, respectivamente, mientras que si es $=1$ se adapta a todos los ambientes. Por lo tanto, en base a los resultados de este análisis, en todos los GM estudiados podemos encontrar cultivares adaptados a todas las condiciones (Figura 4).

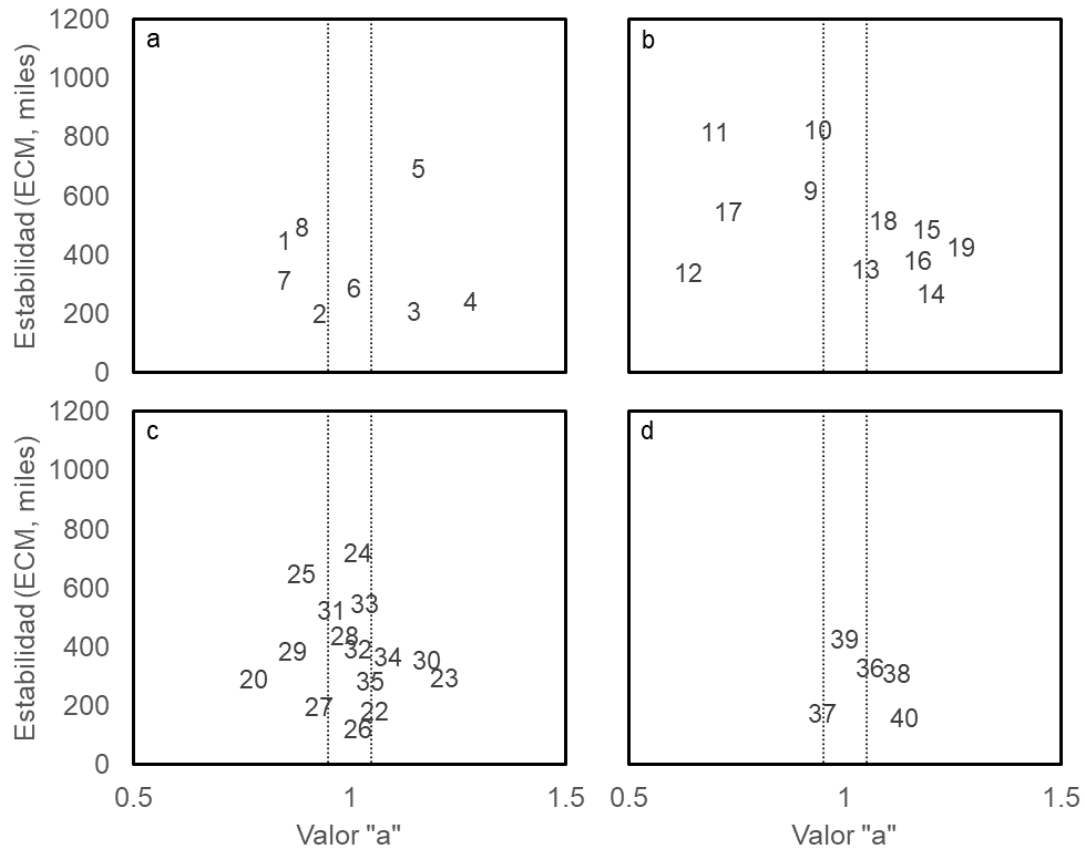


Figura 4. Relación entre la estabilidad del rendimiento estimada a partir del ECM del análisis de regresión y el valor β o pendiente (Ec. 3) para a) GM IV, b) GM V, c) GM VI y d) GM VII-VIII. Identificador del cultivar descrito en Tabla 2. Considerando a la pendiente 1 como estable para todos los ambientes, las líneas verticales corresponden a una variación del $\pm 5\%$. El identificador de los híbridos se presentan en la Tabla 1.

CONSIDERACIONES FINALES

Mediante la evaluación de las diferentes campañas se logró obtener un rango de condiciones ambientales muy diversas, con rendimientos ambientales que oscilaron desde 3500 hasta 4500 kg ha⁻¹. De esta manera, a través de los distintos ambientes, es decir, la combinación de campañas por fecha de siembra, se logró explorar el comportamiento agronómico de los diferentes cultivares en ambientes contrastantes.

De los análisis realizados, se considera que la “Estabilidad de rendimiento en base a DRTO y CV” es la más apropiada para una correcta elección del cultivar por su simpleza en el cálculo y la información que brinda el análisis. Asimismo, indistintamente del estudio elegido, el análisis de estabilidad debe ser complementado con un análisis de adaptabilidad al momento de la selección del cultivar a sembrar.



BIBLIOGRAFÍA

- Abbate, P.E.; Del Vecchio, E.; Aguate, F.M.; y Balzarini, M. 2017. Estabilidad interanual del rendimiento de cultivares de trigo en la RET INASE de INTA Balcarce durante las campañas 2014/15 a 2017/18. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_2018_estabilidad_2014-18.pdf
- Alwala, S., Kwolek, T., Mcpherson, M., Pellow, J., and Meyer, D. 2010. A comprehensive comparison between Eberhart and Russell joint regression and GGE biplot analyses to identify stable and high yielding maize hybrids. *Field Crops Res.* 119, 225–230. doi: 10.1016/j.fcr.2010.07.010
- Eberhart, S.A., Russell, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6, 36–40.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 14, 742–754.
- Lin, C.S., Binns, M.R., 1988. A method analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter. *Theor. Appl. Genet.* 76, 425–430.
- Lin, C.S., Binns, M.R., Lefkovich, L.P., 1986. Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci.* 26, 894–900.
- Rosetti, L y Villar, J. 2017. Evaluación de cultivares de soja de los GM IV a VIII en Rafaela, Villa Trinidad, San Justo y Nuevo Torino. Campaña 2016/2017. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2017-2018. Publicación Miscelánea. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. ISSN: 0325-9137.
- Rosetti, L. 2018. Evaluación de cultivares de soja de los grupos de madurez IV a VIII en Rafaela, San Justo y Nuevo Torino, campaña 2017/18. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2018-2019. Publicación Miscelánea. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. ISSN: 2314-3126.
- Rosetti, L. 2019. Red nacional de evaluación de cultivares RECSO. Informe técnico de resultados. Campaña 2018/19. Colección Divulgación. Ediciones INTA. ISSN: 2313-9315.
- Santos, D., Arias, N., Sartori, S., Mondino, M., Zuil, S., Arias Usandivaras, L., Figueroa, E., Méndez, M., Quintana, G. y Peltzer, H. 2013. Detecting Soybean Commercial Cultivars with an Specific Adaptation on a Broad Area of Argentina. IX World Soybean Research Conference 2013
- Santos, D. 2015. Estabilidad de rendimiento de cultivares de soja en Entre Ríos y sur de Corrientes. Período 2011-2015. INTA EEA Paraná. Serie Extensión 76:11-19
- Shukla, G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype–environmental components of variability. *Heredity* 29, 237–245.
- TOLLENAAR, M. y E.A. LEE. 2002. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Res.* 75:161-169.
- Zuil, S., Rosetti, L., Lozano Coronell, A. 2020. Evaluación de cultivares de soja de los gm iv a viii en eea inta rafaela. Campaña 2019/2020. Publicación Miscelánea. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.



ESTABILIDAD Y ADAPTABILIDAD GENOTÍPICA EN ENSAYOS EN FRANJAS DE GIRASOL EN EL NEA. Campaña 2019/20

CZYRUK, L.¹, CENCIG, G.², ANGELONI, L.², RAUSCH, A.³, SANDOVAL, M.⁴, ZUIL, S.^{5*}

¹INTA EEA Sáenz Peña. ²AER INTA San Justo. ³AER INTA Ceres.

⁴INTA EEA Reconquista. ⁵INTA EEA Rafaela

*Autor de contacto: zuil.sebastian@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El cultivo de girasol en Argentina presenta una alta variabilidad agroecológica y social-productiva. En el norte de Argentina es donde se estima el mayor crecimiento del área de siembra y la productividad del girasol y, en base a los datos publicados por la Secretaría de Agroindustria de la Nación, donde se reportan los menores rendimientos productivos del país. Esta zona, además, contribuye al comportamiento productivo, sanitario y de calidad de los cultivos.

Debido a que uno de los pilares tecnológicos de una agricultura moderna es la genética incluida en el híbrido o genotipo a sembrar, una adecuada caracterización de los cultivares, ajustada a los agroecosistemas y demandas de uso según cada territorio facilita la elección de la genética para maximizar el uso de los recursos con mínimo impacto ambiental.

La experimentación con genotipos, basada en ensayos comparativos de rendimiento en red, en las áreas de cultivo y manejos recomendados (ambientes) aporta el insumo básico para el análisis del efecto del genotipo y su interacción con el ambiente (IGA). Mediante estos estudios se puede identificar la adaptabilidad de los cultivares a diferentes ambientes y la identificación de ambientes productivos homogéneos (mega-ambientes).

Actualmente, es difícil contar con un amplio conjunto de datos productivos y sanitarios a gran escala productiva (franjas), de los genotipos nuevos lanzados al mercado. Año a año son inscriptos nuevos genotipos y por tanto es necesario contar con una red de evaluación oficial, pública, confiable y rápida. De esta manera, en un año se podría lograr tener suficiente volumen de datos como para obtener respuestas precisas sobre el comportamiento de dichos genotipos en diferentes condiciones de producción.

El objetivo del presente trabajo fue realizar una red de ensayos en las condiciones productivas reales de los diferentes territorios del norte, con manejos diferenciales que permitan evaluar los nuevos genotipos disponibles en el mercado para identificar prácticas y genotipos superadores.



MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en cinco localidades del norte de Argentina, listadas en el Cuadro 1, en base a sus potenciales productivos, capacidad institucional de generar información, demandas de los territorios, dispersión de ambientes e impacto de la información a generar sobre las prácticas de manejo actuales, entre otras.

Tabla 1. Detalle de los responsables de ensayos, localidades donde se realizaron las evaluaciones y los tratamientos propuestos por el INTA según el ambiente.

Localidad	Tratamientos
Pampa del infierno	Tratamiento productor: Zona con compactación en los primeros 30 cm de suelo (RMP*: 2,2 +- 0,8 MPa) Tratamiento INTA: zona con menor compactación en los primeros 30 cm de suelo (RMP: 1,7 +- 0,4 MPa)
Avia Terai	Tratamiento productor: sin aplicación de fertilizante Tratamiento INTA: aplicación de SPS + urea a una dosis de 40 kg ha ⁻¹ a la siembra
Reconquista	Tratamiento productor: Aplicación de 70 kg ha ⁻¹ de FDA a la siembra. Tratamiento INTA: 70 kg ha ⁻¹ de FDA a la siembra y de 46 kg N ha ⁻¹ en V6.
Videla	Tratamiento productor: aplicación de 90 kg ha ⁻¹ de FDA + 70 kg ha ⁻¹ urea Tratamiento INTA: aplicación de 90 kg ha ⁻¹ de FDA + 135 kg ha ⁻¹ urea. (FDA a la siembra y urea en V4)
Ceres	Tratamiento productor: sin aplicación de fertilizante Tratamiento INTA: Aplicación de 200 kg ha ⁻¹ de Nitrodoble, 50% a la siembra y 50% en V4 base a rendimiento estimado de 3000 kg ha ⁻¹

* Resistencia mecánica a la penetración en los primeros 30 cm de suelo (en MPa)

Diseño del ensayo

El diseño experimental fue en franjas con dos repeticiones. A su vez, se realizaron dos tratamientos, i) Manejo del productor y ii) Manejo superador sugerido por los profesionales de INTA (Tabla 1). La práctica de manejo propuesta por INTA fue considerada sitio específico, por lo cual cada ambiente evaluado tuvo su propia práctica.



Las unidades experimentales fueron franjas mayores a 500 metros de largo por 16 surcos, coincidente con el ancho de la cosechadora. Los genotipos evaluados fueron: 1) ACA 203 CLDM (ACA), 2) CABILLDO CL (RAGT), 3) NUSOL 4170 CL PLUS (NUSEED, participó de las localidades de Pampa del Infierno, Avia Terai y Reconquista), 4) P1600 (NIDERA), 5) SYN 3939 CL (SYNGENTA), 6) SYN 3970 CL (SYNGENTA), 7) SYN 4070 CL (SYNGENTA) y 8) TOB 3070 (TOBIN).

La fecha de siembra y densidad fueron las recomendadas para la zona. Los ensayos se condujeron en condiciones de secano y, en caso de superar los umbrales de daños, las plagas fueron adecuadamente controladas.

Determinaciones

Los ensayos se monitorearon por lo menos una vez por semana y se registró la fecha de emergencia y de floración (R5) de acuerdo a los reportado por Schneider and Miller (1981). A cosecha se determinó el rendimiento por hectárea corregido por humedad (11%). El porcentaje de aceite se estimó conforme al protocolo de lectura por RMN correspondiente al laboratorio de calidad de INTA EEA Reconquista.

Análisis e informes de los datos

Para cada una de las variables se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y, en caso de diferencias significativas, se utilizó la metodología de Fisher para comparación de medias por localidad. En todos los casos el nivel de significancia empleado fue $\alpha \leq 5\%$.

Los análisis de estabilidad realizados fueron los siguientes:

a) Análisis de estabilidad de los genotipos mediante el método propuesto por Shukla (1972). La metodología de análisis de los rendimientos se basa en el cálculo y prueba de la interacción genotipo-ambiente y su partición en componentes no independientes por genotipo, considerando dos modelos según la metodología propuesta por Shukla y adaptado por Masiero y Castellano (1991).

b) Estabilidad de rendimiento en base a $DRTO_{ij}$ y CV_i (Abbate *et al.*, 2010). El rendimiento de cada híbrido se expresó como la diferencia porcentual respecto del rendimiento promedio del ensayo como:

$$DRTO_{ij} = \frac{RTO_{ij} - \underline{RTO}_j}{\underline{RTO}_j} * 100$$

donde $DRTO_{ij}$ es la diferencia porcentual del rendimiento (RTO) del híbrido i , en el ensayo j y \underline{RTO}_j es el rendimiento promedio de todos los híbridos participantes del ensayo j que estuvieron presentes. Por otra parte, para cada^o híbrido se calculó el coeficiente de variación a través de los ambientes como:



$$CV_i = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{j=n} (DRTO_{ij} - \overline{DRTO_j})^2 / (n - 1)}}{\overline{DRTO_i}} * 100$$

donde CV_i es el coeficiente de variación de $DRTO$ correspondiente al híbrido i . De esta manera el cálculo del CV_i resulta balanceado, es decir, incluye en todos los ensayos los mismos híbridos.

El valor de CV_i fue considerado como estimador de la estabilidad del híbrido i . El híbrido más ventajoso será aquel que combine un alto $DRTO_{ij}$ y un bajo CV_i , ya que presenta alta diferencia porcentual respecto al promedio del ensayo a través de los ambientes.

c) Análisis de Índice Ambiental Linealmente Ajustado. Se calcularon los índices ambientales para cada ambiente e híbrido. Se establecieron regresiones lineales entre el rendimiento de cada híbrido y el índice ambiental correspondiente. La pendiente de cada regresión se estableció como (Finlay y Wilkinson, 1963):

$$\beta_i = \frac{\sum (X_I - \bar{X})(Y_I - \bar{Y})}{(X_I - \bar{X})^2}$$

donde β_i es la pendiente de la regresión lineal entre el índice ambiental X y el rendimiento Y obtenido de cada híbrido.

Para calcular δ_i^2 (las desviaciones respecto a las regresiones de los valores observados sobre los índices ambientales) se utilizó el cuadrado medio del error del análisis de regresión lineal (Eberhart y Russell, 1966; Alwala *et al.*, 2010). Los cultivares con β_i igual a 1 son estables y de amplia adaptación. Cuando β_i es >1 y <1 son adaptados a ambientes de alta y baja calidad, respectivamente (Tollenaar y Lee, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del análisis conjunto de los ambientes, el rendimiento en granos estuvo comprendido entre 1603 y 4752 kg ha⁻¹ (Tabla 2). La localidad de mayor rendimiento fue Pampa del Infierno mientras que Reconquista fue la de menor producción. En Videla y Avia Terai no se detectaron diferencias entre el manejo del productor y el tratamiento de INTA, mientras que en las restantes localidades, el rango de diferencias encontradas estuvo comprendido entre 200 y 600 kg ha⁻¹, aproximadamente. El porcentaje de aceite estuvo entre 45 y 53 % (Tabla 3). No se detectaron importantes diferencias entre los tratamientos del productor y el aportado por INTA. Por ello, se evaluó la estabilidad y adaptabilidad del rendimiento y rendimiento ajustado por aceite. La existencia de interacción significativa entre genotipo y ambiente para Rendimiento en granos y Rendimiento ajustado indica que la respuesta de los distintos híbridos es diferente según el ambiente que se tome en consideración (Tabla 4). Los coeficientes de variación de los ensayos son apropiados ($<12,7\%$) comparados con los propuestos en las redes de evaluación de híbridos y cultivares de cultivos agrícolas realizadas en microparcels (Red Trigo, ECR de girasol, REC soja, entre otros).



Asimismo, el modelo estadístico empleado proveniente del análisis de varianza conjunto explica el 89 % de la variación de los datos.

Tabla 2: Rendimiento promedio de grano (kg ha⁻¹ ± desvío estándar) corregido al 11% de humedad por híbrido en las localidades de Pampa del Infierno, Avia Terai, Reconquista, Ceres y Videla, según condiciones de siembra del productor y el tratamiento sugerido por INTA. ¹ híbrido no participante de la localidad, ² vuelco de plantas del 100% que no permitió su cosecha. DMS mediante el test de LSD (p<0,05). *corresponde a diferencias significativas entre híbridos o tratamientos, según corresponda.

ID	Híbrido	Pampa del Infierno		Avia Terai		Reconquista		Ceres		Videla	
		Productor	INTA	Productor	INTA	Productor	INTA	Productor	INTA	Productor	INTA
1	ACA 203 CLDM	3761 ± 542	4065 ± 16	3429 ± 182	3774 ± 139	2003 ± 283	2404 ± 0	2346 ± 169	3036 ± 5	2115 ± 469	2490 ± 188
2	CABILLDO CL	3840 ± 303	4394 ± 162	3553 ± 365	3670 ± 177	2103 ± 142	2003 ± 283	1969 ± 266	2681 ± 116	3501 ± 151	3146 ± 110
3	NUSOL 4170 CL PLUS	3040 ± 478	3829 ± 319	3486 ± 34	3146 ± 298	2103 ± 425	2304 ± 425	. ¹	-	-	-
4	P1600	3232 ± 430	3569 ± 430	3105 ± 651	3139 ± 474	2304 ± 142	2704 ± 142	2038 ± 267	2573 ± 269	2332 ± 389	2613 ± 21
5	SYN 3939 CL	4290 ± 653	3615 ± 1258	4253 ± 84	4252 ± 385	2304 ± 425	2404 ± 283	2568 ± 146	2898 ± 190	3369 ± 12	3408 ± 281
6	SYN 3970 CL	2984 ± 79	3277 ± 144	3942 ± 706	3989 ± 754	2003 ± 283	2304 ± 142	2192 ± 49	3066 ± 354	3307 ± 183	3272 ± 201
7	SYN 4070 CL	3716 ± 159	4144 ± 127	4046 ± 875	4456 ± 197	2704 ± 142	2805 ± 0	2723 ± 73	3391 ± 105	2858 ± 44	2931 ± 72
8	TOB 3070	2252 ± 318	2906 ± 32	3753 ± 160	2878 ± 654	1903 ± 425	2003 ± 283	2414 ± 363	2789 ± 37	. ²	-
Promedio		3389	3724	3695	3662	2178	2366	2321	2918	2825	2828
CV		12,3		12,9		11,4		8,3		7,9	
DMS entre tratamientos (0,05)		330*		357		196		172*		183	
DMS entre híbridos (0,05)		661*		714*		391*		321*		342*	
Máximo muestral		4752	4508	4664	4595	2804,5	2804,5	2774	3465	3607,9	3607
Mínimo muestral		2027	2725	2645	2415	1603	1803	1781	2382	1784	1658



Tabla 3: Concentración de aceite (% \pm desvío estándar) por híbrido en las localidades de Pampa del Infierno, Avia Terai, Reconquista, Ceres y Videla, según condiciones de siembra del productor y el tratamiento sugerido por INTA. ¹ híbrido no participante de la localidad, ² vuelco de plantas del 100% que no permitió su cosecha. DMS mediante el test de LSD ($p < 0.05$). *corresponde a diferencias significativas entre híbridos o tratamientos, según corresponda. En la localidad de Ceres, no se recolectaron muestras para determinación de aceite en el tratamiento INTA. En Videla solo se tomaron muestras en una repetición.

ID	Híbrido	Pampa del Infierno		Avia Terai		Reconquista		Ceres		Videla	
		Productor	INTA	Productor	INTA	Productor	INTA	Productor	INTA	Productor	INTA
1	ACA 203 CLDM	52 \pm 2	51 \pm 0	49 \pm 0	44 \pm 8	46 \pm 0	44 \pm 0	46 \pm 0	--	49	50
2	CABILLDO CL	51 \pm 0	52 \pm 0	50 \pm 0	50 \pm 0	50 \pm 1	49 \pm 1	53 \pm 0	--	45	48
3	NUSOL 4170 CL PLUS	46 \pm 1	46 \pm 1	45 \pm 0	45 \pm 2	47 \pm 0	47 \pm 2	- ¹	-	-	-
4	P1600	49 \pm 0	50 \pm 1	50 \pm 0	47 \pm 2	49 \pm 0	48 \pm 0	48 \pm 0	--	48	50
5	SYN 3939 CL	52 \pm 0	51 \pm 1	45 \pm 0	50 \pm 1	51 \pm 0	51 \pm 0	52 \pm 0	--	48	45
6	SYN 3970 CL	51 \pm 2	52 \pm 1	46 \pm 0	50 \pm 1	51 \pm 1	50 \pm 0	51 \pm 0	--	51	50
7	SYN 4070 CL	51 \pm 1	50 \pm 0	52 \pm 0	52 \pm 0	48 \pm 0	47 \pm 0	52 \pm 0	--	45	44
8	TOB 3070	48 \pm 1	47 \pm 1	46 \pm 0	46 \pm 3	48 \pm 0	50 \pm 0	48 \pm 0	--	- ²	-
Promedio		50	50	48	48	49	48	50	--	47	48
CV		2		3,4		1,6		--	--	--	--
DMS entre tratamientos (0,05)		0,7		1,8		0,5		--	--	--	--
DMS entre híbridos (0,05)		1,5		3		1,2		--	--	--	--
Máximo muestral		53	53	52	52	52	51	53,39	--	51	51
Mínimo muestral		45	46	42	45	46	44	46	--	45	44



Tabla 4: Análisis de varianza del Rendimiento (kg ha^{-1}) y el Rendimiento ajustado (kg ha^{-1}) por aceite con híbridos (H), ambientes (A) y su interacción como fuentes de variación. Para la variable ambiente se consideró a la combinación de los diferentes manejos del productor, tratamientos INTA y las localidades del NEA evaluadas. N, R^2 , CV, F.V., CM y F indican Número de datos en el análisis, Coeficiente de determinación, Coeficiente de Variación, Fuente de Variación, Cuadrado Medio y F de Snedecor, respectivamente.

Rendimiento (kg ha^{-1})			Rendimiento ajustado (kg ha^{-1})		
N	R^2	CV	N	R^2	CV
136	0.89	11.61	122	0.89	12.67

F.V.	CM	F	p-valor	CM	F	p-valor
Modelo	1014751	8,18	<0,0001	1505211	7,67	<0,0001
A	5097848	41,09	<0,0001	7319640	37,3	<0,0001
H	1522870	12,27	<0,0001	2418265	12,32	<0,0001
Rep	48731	0,39	0,533	276784	1,41	0,2396
A*H	268009	2,16	0,0016	401617	2,05	0,0047
Error	124063			196213		

En base a los análisis de estabilidad de Rendimiento en granos (Figura 2) y Rendimiento Ajustado (Figura 3) se puede observar que algunos cultivares expresan alto potencial (por encima del promedio), estable en los ambientes (bajo coeficiente Shukla o CV) como por ejemplo el híbrido 7. Además, se complementa con el análisis de adaptabilidad (Figura 1d) que indica que dicho híbrido es adaptable a todos los ambientes. Asimismo, hay que considerar otros comportamientos productivos diferenciales como el del híbrido 2, (Figura 2 a y c) reportado como inestable por el análisis Shukla y CV, pero considerado un híbrido muy productivo en ambientes de alto potencial (no así en ambientes pobres) (Figura 2d). Es importante considerar además que este híbrido compensa muy bien esta inestabilidad mediante la síntesis de aceite en grano (Figura 3).

Cuando consideramos los ambientes dentro del análisis de Shukla (Figura 2 y 3 c) podemos ver que en ambientes como PDI o Ceres se encontraron incrementos entre 400 y 600 kg ha^{-1} por los tratamientos de INTA. Otra localidad remarcable es Videla, en la cual por efecto del tratamiento INTA no se encontraron incrementos significativos en los rendimientos, pero sí se incrementó la estabilidad.



Por lo tanto, los tratamientos productor e INTA fueron similares pero las diferencias entre cultivares fue menor. El tratamiento INTA aportó estabilidad a la localidad. En la localidad de Avia Terai no se encontraron diferencias entre los tratamientos productor e INTA en Rendimiento ni en estabilidad, posiblemente debido a que los rendimientos fueron muy elevados, próximos a los potenciales de la zona.

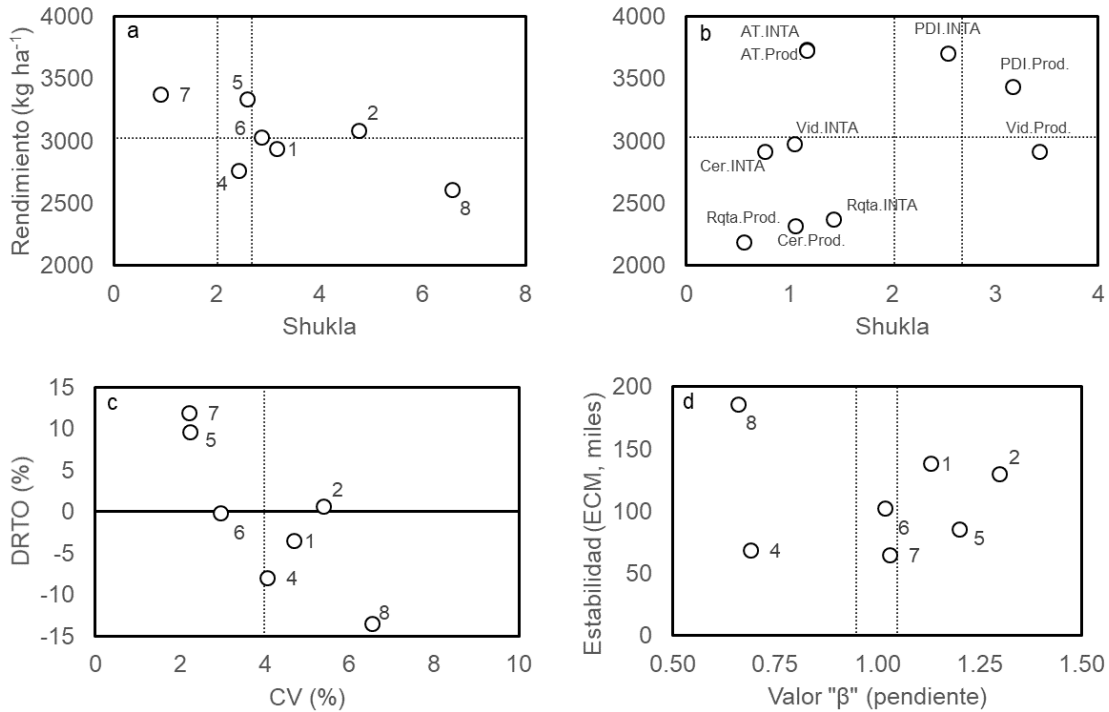


Figura 2: a) Análisis de estabilidad (Shukla, 1972 y adaptado por Massiero y Castellano,1991) del rendimiento de granos para híbridos y b) ambientes evaluados. Las líneas verticales corresponden al valor F de Snedecor al 5 y 1% de probabilidad y la línea horizontal indica el rendimiento promedio. c) Relación entre la diferencia del rendimiento promedio (DRTO, Ec.1) y el coeficiente de variación (CV, Ec. 2) del promedio de los ambientes para los híbridos evaluados. La línea vertical corresponde al CV promedio. d) Relación entre la estabilidad del rendimiento estimada a partir del ECM del análisis de regresión y el valor β o pendiente (Ec. 3) para los híbridos evaluados. Considerando a la pendiente 1 como estable para todos los ambientes, las líneas verticales corresponden a una variación del \pm 5%. El identificador de los híbridos se presenta en la Tabla 1.

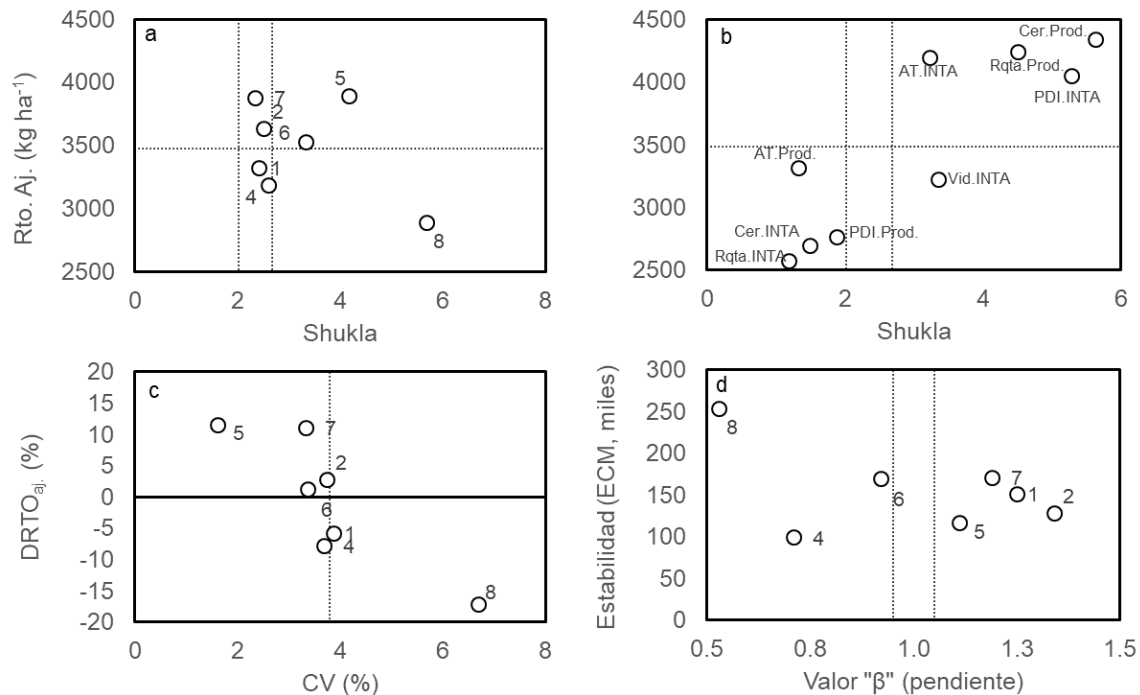


Figura 3: a) Análisis de estabilidad (Shukla, 1972 y adaptado por Massiero y Castellano,1991) del rendimiento ajustado (kg ha⁻¹) por aceite para híbridos y b) ambientes evaluados. Las líneas verticales corresponden al valor F de Snedecor al 5 y 1% de probabilidad y la línea horizontal indica el rendimiento promedio. c) Relación entre la diferencia del rendimiento promedio (DRTO, Ec.1) y el coeficiente de variación (CV, Ec. 2) del promedio de los ambientes para los híbridos evaluados. La línea vertical corresponde al CV promedio. d) Relación entre la estabilidad del rendimiento estimada a partir del ECM del análisis de regresión y el valor β o pendiente (Ec. 3) para los híbridos evaluados. Considerando a la pendiente 1 como estable para todos los ambientes, las líneas verticales corresponden a una variación del \pm 5%. El identificador de los híbridos se presenta en la Tabla 1.

CONSIDERACIONES FINALES:

Se logró obtener un rango de condiciones ambientales muy diversas, con rendimientos que oscilaron entre 2100 y 3700 kg ha⁻¹. De esta manera, se logró explorar el comportamiento agronómico de los diferentes híbridos en ambientes contrastantes. Asimismo, en general, los tratamientos propuestos por INTA fueron mejores en relación a los realizados por los productores.

Se consiguió evaluar el comportamiento productivo de los distintos híbridos en condiciones reales de producción (con maquinaria de productor a escalas comerciales). De esta manera, los experimentos permiten complementar la información generada por las redes de evaluación de híbridos de INTA y ASAGIR.



Esta metodología de trabajo permite analizar y caracterizar no solo el comportamiento agronómico de genotipos nuevos incorporados al mercado semillero, sino también prácticas de manejo superadoras para cada territorio. Por esta razón, es importante y necesario continuar con esta metodología de evaluación de híbridos y manejos en el NEA, con diferentes ofertas ambientales para poder realizar análisis de estabilidad y adaptabilidad con el objetivo de obtener mejores conclusiones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbate, P.E.; Del Vecchio, E.; Aguante, F.M.; y Balzarini, M. 2017. Estabilidad interanual del rendimiento de cultivares de trigo en la RET INASE de INTA Balcarce durante las campañas 2014/15 a 2017/18. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_2018_estabilidad_2014-18.pdf
- Alwala, S., Kwolek, T., Mcpherson, M., Pellow, J., and Meyer, D. 2010. A comprehensive comparison between Eberhart and Russell joint regression and GGE biplot analyses to identify stable and high yielding maize hybrids. *Field Crops Res.* 119, 225–230. doi: 10.1016/j.fcr.2010.07.010
- Eberhart, S.A. y Russell, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6, 36–40.
- Finlay, K.W. y Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 14, 742–754.
- Masiero B. y Castellano S. 1991. Programa para el análisis de la interacción genotipo x ambiente usando el procedimiento IML de SAS. Actas Primer Congreso Latinoamericano de Sociedades de Estadística, Valparaíso, Chile.
- Shukla, G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype–environmental components of variability. *Heredity* 29, 237–245.
- Tollenaar, M. y Lee, E.A. 2002. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Res.* 75:161-169.



EVALUACIÓN DE CULTIVARES DE GIRASOL (*Helianthus annuus L.*) EN LA LOCALIDAD DE CERES, SANTA FE. CAMPAÑA 2019/2020

RAUSCH, A.^{1*}; ZUIL, S.^{2*}; CAPORGNO, J.¹; DEMICHELIS, G.¹ y MARTOGLIO, M.¹

¹INTA AER Ceres. ²INTA EEA Rafaela
*Autor de contacto: rausch.analia @inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es la segunda oleaginosa más importante de Argentina después de la soja y, en el norte de la provincia de Santa Fe, uno de los cultivos más importantes.

Durante la campaña 2019/20 en Argentina, se destinaron a la siembra de girasol 1,6 MHa, registrando una reducción de -15,8 % de la superficie respecto de la campaña previa, rompiendo con la tendencia creciente de los cuatro ciclos previos. El volumen de producción alcanzó las 3,4 MTn, marcando una disminución de 12,8 % en comparación con la campaña 2018/19, pero superando al promedio de producción del último quinquenio en 3,7 %. Este volumen surge de registrar un rendimiento a cosecha promedio de 22,2 qq/ha a nivel nacional, imponiendo un nuevo récord histórico (Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 2020).

En el centro norte de la provincia de Santa Fe, el cultivo de girasol en la campaña 2019/20 también logró un récord productivo histórico con 248.365 toneladas de grano. La producción se concentró principalmente en los departamentos General Obligado (38%), San Cristóbal (17%) y San Justo (16%), que aportaron el 70% del total provincial (Bolsa de Comercio de Santa Fe, 2020).

Debido a que se trata de un cultivo de gran importancia regional, la AER Ceres del INTA realiza, desde hace varias campañas, ensayos comparativos de rendimiento que integran la Red Nacional de evaluación de híbridos de girasol en el marco del convenio INTA-ASAGIR.

El objetivo de este ensayo fue generar información local sobre el comportamiento de los diferentes híbridos de girasol utilizados en la región bajo las condiciones de manejo actuales, para facilitar la toma de decisiones de productores y técnicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2019/2020 se llevó a cabo un ensayo comparativo de rendimiento de híbridos de girasol en el que se evaluaron 25 materiales. El mismo se instaló en la localidad de Ceres, provincia de Santa Fe, sobre un suelo Argiudol ácuico perteneciente a la serie Colonia Rosa. El análisis químico de suelo indicó valores adecuados de MO (2,9 %) y N total (0,14%), valores altos de fósforo extraíble (44 ppm) y N-NO³ (23,5 ppm de 0 a 60 cm.) y bajos de pH (6,0 de 0 a 20 cm.).



En la Tabla 1 se muestra la distribución de las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo y la serie histórica. Estos registros, en relación a los valores de la media histórica, fueron mayores en los meses de septiembre y diciembre, mientras que en los meses de octubre, noviembre y enero mostraron valores inferiores a la serie.

Tabla 1. Precipitaciones mensuales (mm) durante la campaña 2019/20 y promedio histórico (1939-2019).

LLUVIAS	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20
Lluvias 2019/2020 (mm)	38,6	32,8	88,3	124	78,7
Serie 1939-2019	33,7	82,3	104,1	116,9	121,2
Diferencia	4,9	-49,5	-15,8	7,1	-42,5

Fuente: Estación meteorológica Ceres.

La siembra se realizó con el sistema de escopeta el 13 de septiembre de 2019 en un lote proveniente de una rotación de alfalfa/sorgo silero. La emergencia se produjo seis días más tarde. En el estadio V5 se realizó un raleo manual de plantas excedentes, quedando una densidad de 3 plantas por metro lineal. El diseño del ensayo fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones y las parcelas experimentales constaron de 4 surcos de 5 m de largo distanciados a 0,52 m.

La fertilización se efectuó con 153 kg/ha de urea aplicados al voleo en pre-siembra. Para el control de malezas previo a la siembra (29/05/2019) se aplicaron 3,5 l/ha de glifosato 60,8% (Panzer Gold®) adicionado a 0,6 l/ha de 2,4 D (Colex D®). En preemergencia del cultivo se aplicaron 1,2 l/ha de fluorocloridona e igual dosis de acetoclor con el agregado de 0,08 l/ha de coadyuvante.

El 20 de octubre se realizó una aplicación para control de gramíneas donde se utilizaron 0,65 l/ha de Cletodim (Select) más 1 l/ha de aceite mineral. No fue necesario realizar controles de insectos.

La cosecha se realizó en forma manual el día 23 de Enero de 2020 sobre dos surcos centrales, de los cuales no se consideró la primera y última planta. Luego de la trilla, se determinaron el rendimiento en kg/ha corregido a 11,0% de humedad y la concentración de aceite (%). Además, se calculó el rendimiento ajustado por aceite (kg ha⁻¹). El contenido porcentual de aceite se determinó por resonancia magnética nuclear (RMN Spinlock, Córdoba, Argentina) en el laboratorio de la EEA INTA Reconquista. El rendimiento ajustado por aceite se obtuvo a partir del rendimiento de grano y la concentración de aceite. Esta variable permite ponderar el rendimiento de semilla y la concentración de aceite de los híbridos, contemplando la bonificación obtenida en valores superiores al 42% de aceite.

Las observaciones realizadas fueron: fecha de emergencia (E) y de floración y altura de plantas en R5.1 (Schneiter y Miller, 1981).



Las variables altura, rendimiento y sus componentes se analizaron con ANOVA y las medias se compararon con el test LSD Fisher con una significancia de 5 %. Los análisis estadísticos se realizaron con el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2014).

RESULTADOS

Las precipitaciones en la campaña 2019/20 fueron escasas durante el periodo de implantación del cultivo y abundantes hacia floración, dando como resultado rendimientos aceptables.

En la Tabla 2 se indican, para cada cultivar, la empresa a la que pertenece, los días transcurridos desde la siembra hasta la floración, días a madurez fisiológica (R8), densidad de plantas y porcentaje de vuelco. La floración (R 5.1) promedio ocurrió alrededor del 4 de diciembre, los días desde siembra a floración (R5.1) fueron de 82 en promedio, variando desde 76 días para los híbridos más cortos hasta 88 para los más largos (Tabla 2).

Con respecto al vuelco, si bien no se reportaron tormentas fuertes, hubo algunos genotipos que mostraron este carácter no deseado a cosecha (Tabla 2), aunque con valores inferiores al 45%. Asimismo, 10 de los híbridos tuvieron muy buen comportamiento, con valores iguales o inferiores al 5% de vuelco.

En la Tabla 3 se detallan los rendimientos de grano al 11 por ciento de humedad, el contenido de aceite, el rendimiento ajustado al 42 % de aceite y el rendimiento relativo.

El rendimiento promedio del ensayo fue de 2353 kg/ha. El valor máximo obtenido fue de 3768 kg/ha y el mínimo de 1612 kg/ha. Los híbridos Buck 355, Buck 363, Calchaqui, SYN 3939 y Febo 817, superaron en un 20 % el promedio de rendimiento del ensayo.

Todos los híbridos registraron contenidos de aceite del grano por encima de la base de comercialización de 42%, por lo cual se podrían lograr bonificaciones en este parámetro comercial, similar a lo reportado por Cencig *et al.*, 2017. La materia grasa media fue de 49% y los valores máximos y mínimos fluctuaron entre 53% y 46% de aceite, respectivamente, observándose diferencias significativas ($p=0,05$) en el contenido de aceite entre los híbridos participantes.

El rendimiento ajustado promedio fue de 2705 kg/ha con un valor máximo y mínimo de 4381 y 1795 kg/ha, respectivamente.



Tabla 2. Híbridos evaluados, empresas proveedoras, días a R5.1, días a R8, altura y vuelco del ensayo de híbridos de girasol campaña 2019/20. Ceres, provincia de Santa Fe.

HÍBRIDO	EMPRESA	Días a floración	Días a madurez	Vuelco (%)	Densidad (pl/ha)
ACA 203 CLDM	ACA	81	128	10	37821
ACA 869 DM	ACA	84	129	10	46154
ARGENSOL 20 MAX	ARGENETICS	78	131	45	37180
ARGENSOL 54 AO	ARGENETICS	85	125	13	37820
ARGENSOL 72 CL	ARGENETICS	81	128	10	44231
Buck 355CL	BUCK	76	126	0	40385
Buck 363CL	BUCK	79	125	0	43590
CALCHAQUI	DON ATILIO	81	128	13	48718
GYT 236 CL	GYT	86	127	25	42949
LG50760CL	LIMAGRAIN	87	131	20	25962
LG5710	LIMAGRAIN	84	130	10	38462
Sherpa	LIMAGRAIN	76	129	10	39744
FEBO 817 CL INTA	LOS ALGARROBOS	77	130	10	33333
P1600 CLP	NIDERA	82	127	5	39744
NUSOL 4100 CL	NUSEED	84	127	5	47436
NUSOL 4170 CL PLUS	NUSEED	86	131	5	40385
PAN 7047 CL	PIONEER	88	129	15	33333
CABILLDO CL	RAGT	82	130	10	41026
SYN4066	SYNGENTA	86	127	0	43590
SYN 3939 CL	SYNGENTA	83	129	0	36539
SYN 3970 CL	SYNGENTA	81	128	0	35898
SYN 4070 CL	SYNGENTA	83	131	5	41666
TOB 302 CL	TOBIN	80	129	0	42308
TOB 3045	TOBIN	84	131	18	41666
TOB 3070	TOBIN	85	129	20	39102
	Promedio	82	128	10	39962
	MAXIMO	88	131	45	48718
	MINIMO	76	125	0	25962



Tabla 3. Híbridos evaluados, empresas proveedoras, rendimiento de grano (kg/ha), aceite (%), rendimiento ajustado (kg/ha) y rendimiento relativo del ensayo de híbridos de girasol campaña 2019/20. Ceres, provincia de Santa Fe.

HÍBRIDO	EMPRESA	Rendimiento de granos (kg/ha)	Aceite (%)	Rendimiento ajustado (Kg/ha)	Rendimiento relativo
ACA 869 DM	ACA	2343 cdefgh	49	2690	1
ACA 203 CLDM	ACA	1966 fghi	46	2138	0,8
Argensol 72 CL	ARGENETICS	2617 bcd	49	2977	1,1
Argensol 54 AO	ARGENETICS	2425 cdefg	48	2723	1
Argensol 20 Max	ARGENETICS	1638 ghi	49	1864	0,7
Buck 355CL	BUCK	3768 a	49	4318	1,6
Buck 363CL	BUCK	3711 a	51	4381	1,6
CALCHAQUI	DON ATILIO	2895 ab	51	3383	1,2
GYT 236 CL	GYT	2123 defghi	47	2330	0,9
LG5710	LIMAGRAIN	2492 cdef	52	2983	1,1
Sherpa	LIMAGRAIN	2222 defghi	48	2475	0,9
LG50760CL	LIMAGRAIN	1612 i	48	1795	0,7
FEBO 817 CL INTA	LOS ALGARROBOS	2871 ab	49	3327	1,2
P1600 CLP	NIDERA	2105 efghi	48	2400	0,9
NUSOL 4100 CL	NUSEED	2271 cdefgh	46	2457	1
NUSOL 4170 CL PLUS	NUSEED	1753 fghi	47	1937	0,7
PAN 7047 CL	PIONEER	1631 hi	52	1957	0,7
CABILLDO CL	RAGT	1933 fghi	53	2369	0,8
SYN 3939 CL	SYNGENTA	2863 bc	52	3414	1,2
SYN 4070 CL	SYNGENTA	2422 cdefgh	52	2886	1
DK 4066	SYNGENTA	2247 defghi	52	2709	1
SYN 3970 CL	SYNGENTA	2124 defghi	51	2501	0,9
TOB 302 CL	TOBIN	2559 bcde	48	2885	1,1
TOB 3045	TOBIN	2190 defghi	47	2410	0,9
TOB 3070	TOBIN	2056 fghi	48	2316	0,9
	Promedio	2353	49	2705	1,00
	CV (%)	14,0	3,5		
	DMS (0,05)	569,0	2,8	813,0	
	MÁXIMO	3768	53	4381	1,6
	MÍNIMO	1612	46	1795	0,6

Test de Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).



CONSIDERACIONES FINALES

El cultivo de girasol no sólo tiene que rendir bien, también debe contar con alto contenido de materia grasa para lograr una buena bonificación y un buen perfil sanitario. La información generada en este trabajo es clave al momento de elegir los híbridos. Es fundamental, además, lograr una buena nutrición del cultivo para que todos los componentes del rendimiento puedan desarrollarse correctamente.

Los híbridos evaluados mostraron comportamientos diferenciales, identificándose genotipos con buen comportamiento para las variables como rendimiento y aceite.

Resulta importante la realización de este tipo de ensayos para validar el comportamiento productivo de los diferentes genotipos y su adaptación a las condiciones agroecológicas del norte de Santa Fe. Además, es necesario continuar estos estudios para evaluar los nuevos híbridos que se inscriben.

AGRADECIMIENTOS

A todos los profesionales y técnicos de la EEA INTA Rafaela que nos acompañaron especialmente al Sr. René Acastello, Téc. Alejandro Chiavassa, Ing. Anabel Lozano Coronel, Ing. Lucia Rosetti, Lic. Marcia Trossero y Sr. Germán Eggel, por la ayuda brindada durante la siembra y cosecha del ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

Bolsa de Cereales de Buenos Aires. <http://www.bolsadecereales.com/ver-cierre-de-campana-105>
[consulta: 9 de Junio de 2020].

Bolsa de Comercio de Santa Fe. Resultado económico de la campaña 2019/20 de girasol en el centro-norte de la provincia de Santa Fe.
<https://www.bcsf.com.ar/ces/downloads.php?file=SUVfMjAyMF9FLnBkZg%3D%3D>.
[Consulta 8 de junio de 2020].

Cencig, G., Angeloni, L., Roseti, L. y Varisco, I. 2017. Evaluación de cultivares de girasol en San Justo, Santa Fe. Campaña 2017/2018. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2017. Publicación Misceláneas N^a 135. Pág. 47-50.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W.

InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.



COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y SANITARIO DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN FECHAS DE SIEMBRAS CONTRASTANTES EN EL CENTRO DE SANTA FE

ROSETTI, L.^{1*}; ZUIL, S.¹; SCHLIE G.² y LOZANO CORONEL, A.¹

¹INTA EEA Rafaela. ²IDICAL INTA-CONICET
*Autor de contacto: rosetti.lucia@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La elección de la fecha de siembra de maíz es una de las prácticas de manejo agronómico más importante, ya que modifica la combinación de variables ambientales a la que es expuesto el cultivo a lo largo de su estación de crecimiento. La fecha óptima de siembra es aquella que asegura un adecuado crecimiento del cultivo y favorece la eficiente captación de los recursos. Asimismo, es importante hacer coincidir el período crítico del cultivo (PC) con condiciones ambientales favorables, es decir alta oferta de radiación incidente, temperaturas favorables, elevada probabilidad de ocurrencia de precipitaciones y la menor probabilidad de ocurrencia de estrés.

Para la zona Centro de Santa Fe, la fecha óptima de siembra de maíz temprano es desde mediados de septiembre a principios de octubre, mientras que para planteos tardíos es desde mediados de diciembre hasta principios de enero.

Los maíces sembrados temprano, crecen y se desarrollan en mayor medida en ausencia de limitantes hídricas y nutricionales, por esa razón poseen mayor potencial de rendimiento. Su etapa vegetativa ocurre con una menor demanda atmosférica, temperaturas moderadas y alta oferta de radiación incidente, siendo su única limitante la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones favorables durante su período crítico (Figura 1). Esto permite altas tasas de crecimiento del cultivo y, en consecuencia, un alto número de granos fijados. Una ventaja adicional es que las condiciones climáticas durante el secado permiten cosechar el grano con una humedad cercana a la comercial (Papucci *et al*, 2016).

En la medida en que se retrasa la fecha de siembra, las temperaturas a la que es expuesto el cultivo de maíz durante sus etapas iniciales de crecimiento son mayores, provocando un acortamiento entre el período de siembra y floración (Figura 1). Asimismo, estas mayores temperaturas aceleran la velocidad de aparición y despliegue de hojas, determinando el rápido establecimiento del canopeo, mejorando la eficiencia en la intercepción de la radiación incidente.

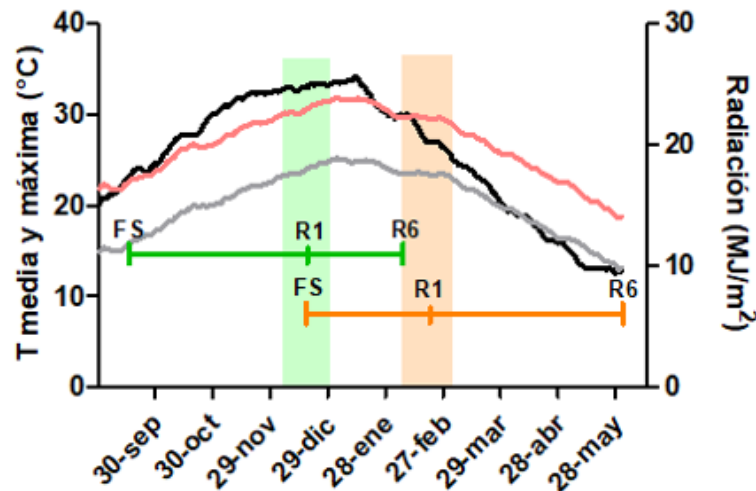


Figura 1: Condiciones climáticas para la localidad de Rafaela. Radiación global diaria histórica (1971-2017) y temperaturas máximas y medias históricas (1970-2017) representadas por las líneas negra, roja y gris, respectivamente. La barra verde indica la ocurrencia promedio del período crítico para fechas de siembra temprana y la naranja para fechas tardías (promedio de las campañas 2015-16, 2016-17 y 2017-18).

Asimismo, el período crítico ocurre en febrero, momento donde los valores de radiación incidente son menores a los de las fechas tempranas, al igual que las temperaturas, lo que ocasiona una menor demanda hídrica por parte del cultivo. En cuanto al secado de grano, en siembras tardías el proceso se prolonga, ya que ocurre con menores temperaturas y niveles de radiación y mayor humedad ambiental.

Por otra parte, a medida que se atrasan las siembras, el cultivo se encuentra más expuesto a ataques de orugas de Lepidópteros que afectan severamente el rendimiento y aparecen enfermedades que no están presentes en las siembras tempranas (Presello *et al.*, 2016).

Las mayores diferencias entre siembras tempranas y tardías se dan durante el período crítico y el llenado de granos. En la zona pampeana núcleo de Argentina, las siembras de septiembre reciben entre un 35-40% más de radiación incidente que aquellas realizadas en diciembre y enero (Ferraguti, 2013). En consecuencia, si bien el potencial de rendimiento de las fechas de siembras tardías es menor en comparación con las tempranas, aumenta la seguridad de obtener una mayor estabilidad productiva debido a que el riesgo climático es menor.

Antes de tomar cualquier decisión, se debe primero caracterizar el ambiente en el que se va a producir, ya que hay factores que lo componen que no pueden modificarse (radiación, temperaturas, precipitaciones), ya que son modulados por el ambiente y varían en cada campaña y localidad. Posteriormente, hay que tener presente algunas variables de manejo como densidad de plantas, manejo de nutrientes y elección del híbrido.



En la actualidad, el mercado ofrece una amplia variedad de híbridos comerciales con diferencias en su ciclo, arquitectura, textura de grano, velocidad de secado, comportamiento sanitario, tolerancia a insectos y potencial de rendimiento. En consecuencia, la interacción genotipo por ambiente hace que el comportamiento de algunos híbridos resulte más variable que otros, por lo que es esencial conocer el comportamiento según ambientes.

La correcta elección del genotipo para el ambiente en el que se va a producir es una de las prácticas de manejo más importantes a tener en cuenta para lograr un exitoso planteo productivo, además de ser una estrategia de bajo costo para el productor.

En se llevan a cabo ensayos comparativos de rendimiento de híbridos de maíz, tanto para fecha temprana como tardía. El objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento agronómico y sanitario y el rendimiento de diferentes genotipos en siembras tempranas y tardías en Rafaela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2019-20 se evaluaron en la EEA Rafaela del INTA (31° 11' S; 61° 30' W), 24 híbridos de maíz de 12 empresas semilleras (Tabla 1), en dos fechas de siembra, temprana y tardía.

Los ensayos se condujeron en un lote proveniente de una rotación trigo/soja, sobre un suelo *Argiudol típico* (Serie Rafaela). Previo a cada siembra se realizaron dos muestreos de suelo (0-20 cm), uno para el análisis químico y otro para el análisis de agua útil inicial al metro y medio de profundidad.

El experimento de sembró en siembra directa, con sembradora experimental de surcos distanciados a 0,52 m entre sí y con una densidad de 75000 y 65000 plantas por hectárea para la siembra temprana y tardía, respectivamente. Se utilizó un diseño alfa-látice con 4 repeticiones, las unidades experimentales fueron parcelas de cuatro surcos de cinco metros de largo.

El ensayo de fecha de siembra temprana (FSTE) se realizó el 19 de septiembre, mientras que la fecha tardía (FSTA) fue sembrada el 13 de diciembre. El cultivo emergió a los 7 y 5 días desde la siembra para FSTE Y FSTA, respectivamente.

Las unidades experimentales fueron fertilizadas a la siembra con 100 kg N ha⁻¹, mediante urea (46% N), aplicada por debajo y al costado de la semilla. Ambas fechas fueron complementadas con una fertilización nitrogenada de 50 kgN ha⁻¹ alrededor de V6 (26 de octubre y 13 de enero). Ambos ensayos se mantuvieron libres de malezas e insectos mediante control químico.



Tabla 1: Empresa y nombre comercial de los 24 híbridos evaluados durante la campaña 2019-20 en fechas de siembra temprana y tardía en la EEA INTA Rafaela.

Empresa	Híbrido
ACA	ACA 473 VT3P
	ACA 480 VT3PRO
	ACA 481 VT3P
	ACA M6 VT3P
ADVANTA	ADV 8112 VT3PRO
	ADV 8413 VIP3
Agseed	AG9926
ARGENETICS	ARG 7712 BTRR
Don Mario	DM 2738 MGRR2
	DM 2742 MGRR2
	DM 2771
	DM 2772 VT3P
Illinois	I 797 VT3PRO
	I 799 VT3
Macroseeds	MS 7123 PW
Nuseed	NUCORN 2881 MGRR2
Pioneer	P1815 VYHR
	P2089 VYHR
QS Seed	QS 73-01
SOYTECH	SYT 22-50 VT RR
	SYT 35-30 VT RR
Sursem	LG 30-870 MGRR
	LG 447 VIP3
	SRM 6620 MGRR

En presiembra de FSTE (16-sep) se realizó un control químico con sulfosato ($2,5 \text{ litros ha}^{-1}$), biclopirona (1 litro ha^{-1}), metolaclor ($1,5 \text{ litros ha}^{-1}$) y 2-4D ($800 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$). En preemergencia (19-sep) se aplicó atrazina ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$) y 2-4D ($500 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$). Finalmente, se realizó un control con foramsulfuron (120 gr ha^{-1}) cuando el cultivo se encontraba en el estadio de V6.

Para el control de los insectos se realizó una aplicación de clorantranilprole en estadio de V5 ($80 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$).

En lo que respecta al manejo de la FSTA, en presiembra se realizó un control químico con sulfosato (3 litro ha^{-1}), metolaclor (2 litro ha^{-1}) y atrazina ($1,5 \text{ kg ha}^{-1}$). Durante el estadio de V4, se aplicó Foramsulfuron (120 gr ha^{-1}), para el control de gramíneas.

Para el control de plagas insectiles se realizó una aplicación de clorantranilprole en el estadio de V4 ($80 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$) y una de spinetoram ($80 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$) en V6.



En cada ensayo se registraron la fecha de emergencia, panojamiento (VT), emergencia de los estigmas (R1) y madurez fisiológica (capa negra), utilizando la escala propuesta por Ritchie y Hanway (1982). Adicionalmente, se realizaron observaciones de altura de planta en madurez fisiológica y altura de inserción de la mazorca.

La evaluación de las enfermedades se realizó en R4-5 (grano pastoso a duro) según la escala fenológica propuesta por Ritchie y Hanway (1982). Es en este estadio donde mejor se puede apreciar la distribución de las mismas y la diferenciación del comportamiento entre híbridos, debido a que el área foliar del cultivo mantiene las condiciones propicias para la observación visual (De Rossi *et al.*, 2013). Las enfermedades evaluadas fueron: Roya común (*Puccinia sorghi*, RC) y Tizón foliar común (*Exserohilum turcicum*, TFC). Se escogieron al azar tres plantas por parcela y en cada una se evaluaron la hoja de inserción de la espiga (He) y las hojas He+1 y He-1 (inmediatamente superior e inferior, respectivamente). Se registró la intensidad de cada enfermedad mediante la determinación del siguiente parámetro:

- Severidad: porcentaje visual del área afectada como porcentaje de área foliar con síntomas de enfermedad/ área total x 100.

La severidad de RC se evaluó con la escala diagramática de Cobb (Peterson *et al.*, 1948) y TFC se determinó con la escala propuesta por Bleicher (Bleicher, 1988).

La cosecha se realizó el 11 de marzo y el 19 de mayo para la FSTE y FSTA, respectivamente, de forma manual sobre los dos surcos centrales (5,2 m²) y posteriormente se trilló utilizando una cosechadora estática. Al momento de la cosecha se contabilizó el número de plantas y mazorcas por planta (prolificidad), se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14,5% de humedad), el peso hectolítrico (PH) y el peso de granos (PG) en mg.

Los datos fueron analizados mediante ANOVA y se utilizó el test de Tukey para comparación de medias, con un $\alpha=0,05$. Para ello, se empleó el Software Infostat versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2018). Para analizar el efecto de la radiación y las precipitaciones sobre los componentes de rendimiento entre siembras tempranas y tardías se incluyeron los datos de Rosetti, *et al* (2018) y Rosetti, *et al.*(2019). Para ello se establecieron modelos de regresión lineal y lineal plateau. Los modelos que mostraron un mayor R² (coeficiente de determinación) y menor p-value fueron los seleccionados.

RESULTADOS

Las condiciones climáticas durante la campaña fueron favorables para ambas fechas de siembra, lo que trajo aparejado muy buenos rendimientos tanto en fechas tempranas como tardías. Las precipitaciones previas en ambas fechas de siembra permitieron una oportuna recarga del perfil posibilitando la siembra en tiempo y forma.



El contenido hídrico inicial del perfil al metro y medio de profundidad para la FSTE fue de 162 mm, lo que representa un 51% de la capacidad máxima de retención del suelo. Para la FSTA el contenido inicial fue mayor, 200 mm, lo que representa el 62% de la capacidad máxima de la retención del suelo. Esto se debió a las abundantes precipitaciones ocurridas en los meses de noviembre y diciembre, que generaron condiciones favorables para la implantación del cultivo.

Durante el desarrollo del cultivo, a excepción del mes de octubre, los registros pluviométricos superaron la media. Las escasas precipitaciones sumadas a las altas temperaturas ocurridas durante ese mes, ocasionaron un retraso en el crecimiento del cultivo temprano (estrés por déficit de agua).

En la figura 2 se puede observar que durante el período crítico del cultivo (20 días antes y 20 días después de floración), durante el cual se determina el rendimiento en grano, las precipitaciones fueron superiores a la media para ambas fechas de siembra. Esto, sumado a las buenas condiciones fototérmicas, generaron un ambiente favorable para la generación de altos rendimientos.

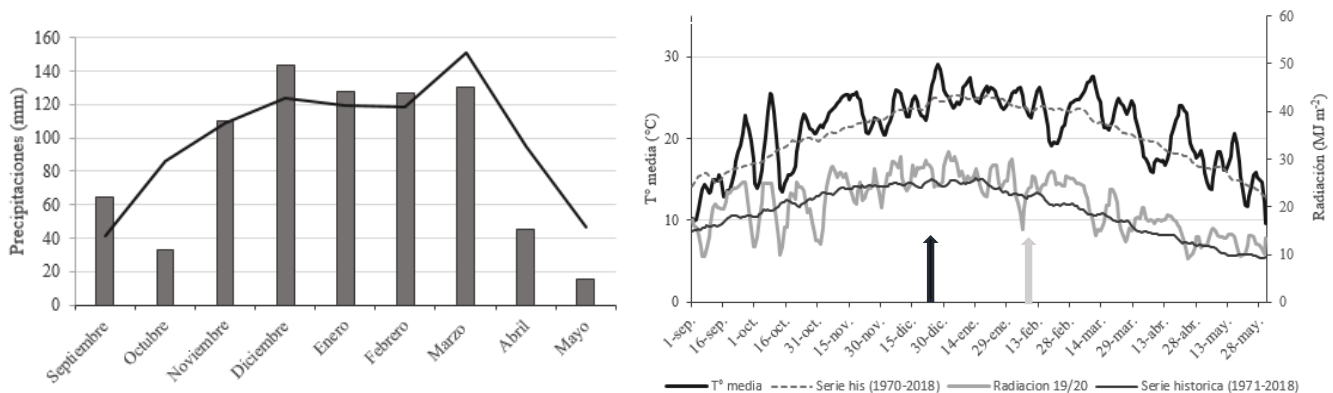


Figura 2: a) Precipitaciones mensuales (barras en mm) registradas en el período septiembre 2019 a mayo 2020 e histórica (línea continua), serie 1930-2018. b) Temperatura media (°C) y Radiación global (MJ m⁻²) promedios móviles cada 5 días durante el período comprendido entre septiembre 2019 y mayo 2020, indicadas por las líneas continuas negras y gris, respectivamente, y sus respectivas series históricas (1971-2018), representadas para temperatura media como línea continua negra y para la radiación global con línea punteada. Las flechas negra y gris indican la ocurrencia del período crítico de la FSTE y FSTA campaña 2019-20, respectivamente. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

En la FSTE el período crítico del cultivo coincidió con temperaturas medias normales y radiación incidente favorable, lo que generó un ambiente apto para el desarrollo del cultivo. Asimismo, en la FSTA el período crítico ocurrió con condiciones fototérmicas propicias, temperaturas favorables y abundantes precipitaciones, lo que generó altos rendimientos.



Los resultados del análisis químico del suelo previo a ambas fechas de siembra (Tabla 2), indican para la FSTE un bajo contenido de nitratos (N-NO₃), pH y conductividad eléctrica; pero valores adecuados de fósforo (P) y nitrógeno total, marcando una adecuada fertilidad potencial pero una baja fertilidad actual. Para la FSTA, también arrojaron bajos valores de nitratos y un pH levemente ácido, pero valores más favorables de fósforo y nitrógeno total.

Tabla 2. Valores de los parámetros químicos de suelo (0-20 cm), materia orgánica (MO), nitrógeno de nitratos(N-NO₃), nitrógeno total, fósforo extractable (P) y pH actual obtenidos para la FSTE y FSTA y sus correspondientes rangos de normalidad-

	Parámetros químicos ensayo fecha temprana	Parámetros químicos ensayo fecha tardía	Valores de referencia		
			Muy bajo	Bajo	Adecuado
Materia orgánica (%)	2,58	2,59	<2	2-2,5	2,3-3,2
Nitrógeno de nitratos (ppm)	3,7	8,1	<10	10-15	16-20
Nitrógeno Total (%)	0,149	0,155	<0,11	0,11-0,13	0,14-0,15
Fósforo Extraíble (ppm)	36,4	39,2	<10	10-17	18-30
pH actual	6,1	6	<5,5	5,5-6,5	6,6-7,2

CAMPAÑA 19-20

La duración de las fenofases del cultivo de maíz están reguladas por factores ambientales como temperatura y fotoperiodo (Andrade, 1992; Cirilo, 1995; Lafitte y Edmeades, 1997).

Durante la campaña 2019-20, los estadios VT y R1 desde la emergencia en la FSTE ocurrieron entre el 5 y el 6 de diciembre, respectivamente indicando una buena sincronía floral, siendo el ciclo promedio a floración de 70 días (Tabla 3). Para la FSTA, en cambio, se acortó la duración en días del período vegetativo, lo que se explica por el aumento de la temperatura ambiente, siendo el ciclo promedio a floración de 58 días (Tabla 4).

La altura final de la planta y la altura de inserción de la espiga son características genéticas dependientes entre sí y están afectadas por factores ambientales y nutricionales que favorecen el crecimiento de la planta de maíz. En el experimento de FSTE, los materiales alcanzaron una altura promedio de 202 m, valor inferior al alcanzado la campaña anterior (215 cm) con marcadas diferencias entre cultivares (233 y 176 cm).

La altura de inserción de la mazorca presentó un valor promedio de 86 cm. Solo uno de los materiales presentó vuelco a cosecha.

En la FSTA, los materiales alcanzaron una altura promedio de 245 cm, valor un 21% superior al de la siembra temprana. La altura de inserción de la mazorca presentó un valor promedio de 108 cm. Ninguno de los materiales presentó vuelco a cosecha



Tabla 3. Registros fenológicos de días de siembra a VT y R1, altura en floración (cm), altura de inserción de la espiga (cm), vuelco (escala de 1-4, donde 1 indica que no hay vuelco y 4 indica todas las plantas volcadas), plantas y espigas a cosecha por hectárea en híbridos de maíz de siembra temprana (FSTE) en EEA INTA Rafaela

Hibrido	Siembra-VT (días)	Siembra-R1 (días)	Altura en floración (cm)	Altura inserción (cm)	Vuelco	Plantas a cosecha (pl.ha ⁻¹)	Espigas a cosecha (esp.ha ⁻¹)
ACA 473 VT3P	78	79	188	77		77885	82692
ACA 480 VT3PRO	78	79	213	92		68269	70673
ACA 481 VT3P	76	77	211	92		72596	79808
ACA M6 VT3P	80	81	198	93		77885	87500
ADV 8112 VT3PRO	79	80	207	103		74038	82212
ADV 8413 VIP3	77	78	176	60		76923	80769
AG9926	79	79	207	97		75481	82692
ARG 7712 BTRR	74	75	201	82		75481	74038
DM 2738 MGRR2	75	76	203	81		75481	88942
DM 2742 MGRR2	81	82	202	88		71154	72115
DM 2771	74	74	204	80	2	72596	77404
DM 2772 VT3P	77	78	210	75		75962	78846
I 797 VT3PRO	78	77	215	95		73558	82212
I 799 VT3	79	80	187	82		74519	86058
LG 30-870 MGRR	76	76	193	87		76442	75481
LG 447 VIP3	75	76	201	82		75962	76923
MS 7123 PW	77	78	205	83		76442	76923
NUCORN 2881 MGRR2	79	79	201	84		74519	74519
P1815 VYHR	77	77	201	85		75000	80769
P2089 VYHR	77	77	233	95		73077	75000
QS 73-01	81	82	188	95		78846	90385
SRM 6620 MGRR	77	78	201	80		70673	67308
SYT 22-50 VT RR	75	76	194	89		74519	72596
SYT 35-30 VT RR	77	77	205	91		71154	71154
PROMEDIO	70	70	202	86		74519	78626

El rendimiento promedio de la FSTE fue de 15036 kg ha⁻¹ (Tabla 5), superando en un 12% al rendimiento obtenido en la campaña anterior (Rosetti *et al*, 2019). El potencial máximo obtenido fue de 17702 kg ha⁻¹, superando en un 18% al promedio del ensayo y un mínimo de 13145 kg ha⁻¹. Estos excelentes rendimientos fueron consecuencia de las favorables condiciones, tanto hídricas como térmicas, a la que estuvo expuesto el cultivo durante todo su ciclo y, en especial, a las condiciones favorables durante el período crítico.



Tabla 4. Registros fenológicos de días de siembra a VT y R1, altura en floración (cm), altura de inserción de la espiga (cm), plantas y espigas a cosecha por hectárea en híbridos de maíz de siembra tardía (FSTA) en EEA INTA Rafaela.

Híbrido	Siembra-VT (días)	Siembra-R1 (días)	Altura en floración (cm)	Altura inserción (cm)	Plantas a cosecha (pl.ha ⁻¹)	Espigas a cosecha (esp.ha ⁻¹)
ACA 473 VT3P	54	57	238	103	62500	70192
ACA 480 VT3PRO	58	59	271	123	67308	69231
ACA 481 VT3P	55	58	235	118	63462	85577
ACA M6 VT3P	58	59	248	109	67308	76923
ADV 8112 VT3PRO	57	59	269	134	64423	78846
ADV 8413 VIP3	53	55	235	108	66346	77885
AG9926	58	59	238	116	63462	73077
ARG 7712 BTRR	55	57	248	100	64423	71154
DM 2738 MGRR2	54	56	243	100	66346	98077
DM 2742 MGRR2	59	61	240	111	67308	64423
DM 2771	53	56	241	92	64423	69231
DM 2772 VT3P	55	57	252	108	65385	65385
I 797 VT3PRO	57	58	238	111	66346	78846
I 799 VT3	55	57	245	106	74038	75000
LG 30-870 MGRR	56	57	243	96	64423	64423
LG 447 VIP3	53	56	227	98	71154	75962
MS 7123 PW	56	57	252	110	65385	64423
NUCORN 2881 MGRR2	56	58	242	108	66346	65385
P1815 VYHR	56	58	241	108	70192	74038
P2089 VYHR	57	58	253	113	71154	70192
QS 73-01	58	59	233	95	62500	80769
SRM 6620 MGRR	55	57	242	100	67308	67308
SYT 22-50 VT RR	55	57	260	107	69231	74038
SYT 35-30 VT RR	58	60	259	122	69231	67308
PROMEDIO	56	58	245	108	66667	73237

El PG, fue en promedio de 264 mg, presentando variabilidad entre los materiales ($p < 0,0001$).

El PH fue en promedio 76 kg hl⁻¹, valor superior al alcanzado en la campaña anterior (74 kg hl⁻¹), existiendo diferencias significativas entre híbridos ($p < 0,0001$). Dieciocho de los materiales alcanzaron el grado 1 de comercialización, seis se ubicaron en el grado 2 y ninguno de ellos se ubicó en grado 3 o fuera de grado (Normas de comercialización maíz XII S.A.G.y.P 1075/94)

En cuanto a la FSTA, el rendimiento medio alcanzado fue de 13442 kg ha⁻¹ (Tabla 6), valor un 21% superior al de la campaña anterior (Rosetti *et al*, 2019). El potencial máximo obtenido fue de 15369 kg ha⁻¹, superando en un 14 % al promedio del ensayo, mientras que el menor rendimiento fue de 11908 kg ha⁻¹.



Estas diferencias de rendimiento entre fechas de siembra temprana y tardía indican que las condiciones climáticas a las que estuvo sometido el cultivo durante su crecimiento, tanto hídricas como térmicas, en especial durante el momento de la ocurrencia de su período crítico, fueron condicionantes para la determinación del rendimiento final.

El PG fue en promedio de 299 mg, presentando variabilidad entre los materiales ($p < 0,0001$).

El PH fue en promedio 74 kg hl⁻¹, valor superior al alcanzado en la campaña anterior (70 kg hl⁻¹). Seis de los materiales alcanzaron el grado 1 de comercialización, diecisiete se ubicaron en el grado 2, uno de ellos se ubicó en grado 3 y ninguno de ellos estuvo fuera de grado (Normas de comercialización maíz XII S.A.G.y.P 1075/94).

Tabla 5. Espigas por planta (prolificidad), humedad de los granos a cosecha, rendimiento (kg. ha⁻¹), rendimiento relativo en función del promedio (RR, %), número de granos por unidad de superficie (NG, m⁻²), peso de mil granos (PMG, mg) y peso hectolítrico (PH, kg hl⁻¹) de híbridos de maíz de siembra temprana (FSTE) en EEA INTA Rafaela.

Híbrido	Espigas/ planta	Humedad a cosecha	Rendimiento (kg.ha ⁻¹ 14,5% H ²)	RR (%)	NG.m ⁻²	PMG (mg)	Peso Hectolítrico (kg.hl ⁻¹)		
ACA M6 VT3P	1,1	11,1	17702	a	118	7018	253 defgh	76,2	abcde
ADV 8112 VT3PRO	1,1	11,9	16349	ab	109	6788	241 gh	75,7	abcde
LG 30-870 MGRR	1,0	11,7	16130	abc	107	5903	242 gh	77,9	abc
SRM 6620 MGRR	1,0	11,7	15886	abc	106	5505	289 abcde	72,0	f
I 799 VT3	1,2	11,1	15813	abc	105	5412	293 abcd	78,5	a
P1815 VYHR	1,1	12,1	15655	abc	104	5664	278 bcdefg	78,2	ab
QS 73-01	1,1	13,3	15613	abc	104	6517	240 gh	76,5	abcde
ACA 473 VT3P	1,1	11,3	15375	abc	102	6106	253 defgh	75,6	abcde
MS 7123 PW	1,0	11,5	15316	abc	102	5571	275 bcdefg	74,0	def
AG9926	1,1	13,1	15291	abc	102	6366	240 gh	76,4	abcde
P2089 VYHR	1,0	12,3	15244	abc	101	4748	321 a	75,3	bcde
NUCORN 2881 MGRR2	1,0	12,0	14966	abc	100	6144	243 fgh	74,8	def
ACA 480 VT3PRO	1,0	11,0	14909	abc	99	4975	300 ab	75,6	abcde
ARG 7712 BTRR	1,0	11,7	14886	abc	99	5717	261 bcdefgh	75,6	abcde
SYT 35-30 VT RR	1,0	11,4	14804	abc	98	5219	284 abcdef	74,7	def
DM 2772 VT3P	1,0	11,0	14634	abc	97	6591	223 h	76,5	abcde
DM 2742 MGRR2	1,0	11,6	14509	abc	96	5324	272 bcdefg	75,1	cde
I 797 VT3PRO	1,1	11,2	14447	abc	96	5388	268 bcdefg	78,5	a
LG 447 VIP3	1,0	12,1	14235	bc	95	5467	296 abc	73,8	ef
ADV 8413 VIP3	1,1	12,0	14173	bc	94	4982	285 abcde	75,6	abcde
DM 2771	1,1	11,8	13956	bc	93	5460	256 cdefgh	78,3	
ACA 481 VT3P	1,1	11,3	13935	bc	93	5521	252 efgh	76,2	abcde
DM 2738 MGRR2	1,2	11,9	13881	bc	92	5722	243 fgh	76,6	abcde
SYT 22-50 VT RR	1,0	11,6	13145	bc	87	5842	226 h	74,0	def
PROMEDIO	1,1		15036			5748	264	76	
CV (%)			8,4				5,7	1,5	
DMS			3402,9				40,7	3,01	
			**				**	**	

Test de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,01$) (**). DMS: diferencia mínima significativa.



Tabla 6. Espigas por planta (prolificidad), humedad de los granos a cosecha, rendimiento (kg. ha⁻¹), rendimiento relativo en función del promedio (RR%), número de granos por unidad de superficie (NG m⁻²), peso de mil granos (PMG, mg), y peso hectolítrico (PH, kg hl⁻¹) de híbridos de maíz de siembra tardía (FSTA) en EEA INTA Rafaela.

Hibrido	Espigas /planta	Humedad a cosecha	Rendimiento (kg.ha ⁻¹ 14,5% H ^o)	NG.m ⁻²	% RR	Peso granos (mg)	Peso Hectolítrico (kg.hl ⁻¹)	
P2089 VYHR	1,0	12,3	15369	a	5269	114	292 cdefg	72,6 bcdef
ACA M6 VT3P	1,1	11,9	14814	ab	4691	110	318 abcde	75,1 acbd
ADV 8112 VT3PRO	1,2	12,8	14622	abc	4906	109	299 bcdefg	75,0 abcd
P1815 VYHR	1,1	12,4	14269	abc	4841	106	295 bcdefg	75,3 ab
AG9926	1,2	18,2	14165	abc	4930	105	287 cdefg	72,1 def
LG 447 VIP3	1,0	13,3	13972	abc	5066	104	278 efg	75,5 ab
I 799 VT3	1,0	12,9	13935	abc	4585	104	304 bcdef	75,2 abc
ACA 473 VT3P	1,1	12,2	13914	abc	4340	104	321 abcde	74,4 abcdef
I 797 VT3PRO	1,2	12,7	13896	abc	4498	103	309 bcde	76,0 a
ACA 480 VT3PRO	1,0	13,4	13806	abc	4400	103	314 abcde	73,3 abcdef
SRM 6620 MGRR	1,0	13,0	13713	abc	4207	102	327 abcd	71,8 ef
LG 30-870 MGRR	1,1	14,1	13620	abc	3849	101	355 a	72,2 cdef
ADV 8413 VIP3	1,2	11,5	13510	abc	4444	101	304 bcdef	73,0 bcdef
MS 7123 PW	1,0	13,3	13397	abc	3963	100	338 ab	72,3 cdef
ACA 481 VT3P	1,3	13,2	13347	abc	4390	99	306 bcdef	74,8 abcde
ARG 7712 BTRR	1,1	12,6	13262	abc	4136	99	321 abcde	72,6 bcdef
DM 2771	1,1	14,0	12906	abc	4212	96	307 bcde	74,8 abcde
SYT 22-50 VT RR	1,1	13,7	12664	abc	4902	94	258 g	73,9 abcdef
SYT 35-30 VT RR	1,0	13,2	12599	abc	4521	94	279 efg	72,3 cdef
NUCORN 2881 MGRR2	1,0	14,0	12566	abc	4485	93	280 efg	72,2 cdef
DM 2738 MGRR2	1,5	12,7	12494	bc	4898	93	256 g	74,9 abcd
DM 2742 MGRR2	1,0	13,7	11939	c	4102	89	291 cdefg	74,1 abcdef
DM 2772 VT3P	1,0	11,9	11931	c	4232	89	283 defg	73,6 abcdef
QS 73-01	1,3	14,3	11908	c	4563	89	261 fg	71,5 f
PROMEDIO	1,1		13442		4518		299	74
CV (%)			7,8				5,6	1,5
DMS			2852,9				45,60	3,01
			**				**	**

Test de Tukey. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,01$) (**). DMS: diferencia mínima significativa.

El rendimiento resultó superior en la fecha de siembra temprana (15036 kg ha⁻¹), encontrándose diferencias significativas ($p < 0,0001$) con la fecha tardía (13442 kg ha⁻¹), además de variabilidad genotípica entre los materiales en ambas fechas de siembra.

El rendimiento en grano de un cultivo de maíz está determinado por el número de granos (NG) producidos y el peso medio de los mismos. Tanto el número como el peso de los granos responden a los cambios que experimentan las condiciones de crecimiento del cultivo en los momentos del ciclo en que cada componente es determinado. De los dos componentes, el número de granos maduros es el que está más estrechamente relacionado con las variaciones en el rendimiento del maíz a campo (Cirilo y Andrade, 1994; Otegui, 1995).



El NG por superficie explicó en un 51% la variabilidad en el rendimiento final del cultivo, tanto para FSTE como para FSTA (Figura 3). La variación en las fecha de siembra generó diferencias significativas ($p < 0,0001$) en este componente. Así, para la FSTE, el alto NG se debe a una cantidad aceptable de radiación incidente, en especial durante el PC de rendimiento, y una mínima cantidad de días con altas temperaturas.

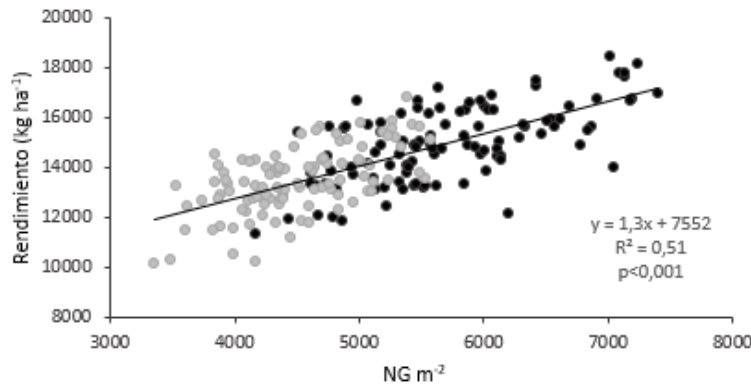


Figura 3: Rendimiento (kg ha⁻¹) en función del número de granos (NG) por unidad de superficie para FSTE (puntos negros) y FSTA (puntos grises), campaña 2019-20.

Si bien el número de granos por unidad de área es el principal componente del rendimiento, las variaciones en el peso individual de los granos pueden producir fuertes variaciones en la productividad del maíz (Borrás et al., 2004; Borrás y Gambín, 2010). Cuando se analiza el PG en función del NG, se observa que a medida que se incrementa el NG se produce una disminución en el peso final de los mismos, es decir que, por cada 1000 granos fijados por unidad de superficie, se reduce en 28 mg el peso de los mismos (Figura 4).

En general, las FSTE tienen un mayor NG pero granos más livianos, mientras que en las FSTA, al alcanzar un menor NG, el peso relativo de los mismos es mayor. Esto se debe a que en FSTE se encuentran generalmente más limitadas por destinos y menos por fuente de asimilados durante el llenado, mientras que para FSTA ocurre lo contrario (limitada por fuente).

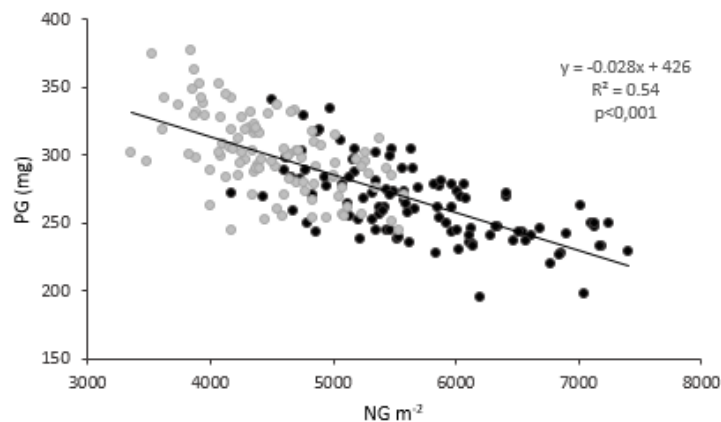


Figura 4: Peso de granos (PG) en función del número de granos (NG) por unidad de superficie para FSTE (puntos negros) y FSTA (puntos grises), campaña 2019-20.



Perfil sanitario

Al comparar ambas fechas de siembra, se pudo observar una mayor prevalencia de TFC en siembras tardías versus las tempranas (4% y 100 %, respectivamente) (Tabla 7). Sin embargo, los niveles de severidad de TFC en la siembra tardía fueron bajos, situación que se diferencia de los hallados en la campaña 2018/19 donde la severidad promedio de TFC fue de 11% con máximos del 24% (Schlie *et al.*, 2019). Esto pudo deberse a que las condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa durante la campaña no fueron propicias para el desarrollo de la enfermedad.

Por su parte, RC estuvo presente en todos los híbridos evaluados en ambas fechas de siembra, pero a niveles de severidad bajos que no superaron el 1,5%. Tanto las pocas horas de mojado foliar como las elevadas temperaturas medias durante la campaña explican el bajo nivel de infección y proliferación de la enfermedad en ambas fechas de siembra.

Tabla 7. Severidad de Tizón foliar común (*Exserohilum turcicum*, TFC) y Roya común (*Puccinia sorghi*, RC). Enfermedades registradas en FSTE y FSTA por cada híbrido de maíz en la localidad de Rafaela durante la campaña 2019/20.

Híbrido	S. Temprana		S. Tardía	
	TFC	RC	TFC	RC
.....Severidad.....				
ACA 473 VT3P	0	0,52	2,75	0,82
ACA 481 VT3P	1,5	0,54	6,5	0,87
ACA 480 VT3PRO	0	0,6	3,86	0,8
ACA M6 VT3P	0	0,58	1,86	0,91
ADV 8112 VT3PRO	0	0,57	0	0,79
ADV 8413 VIP3	0	0,5	2,6	0,96
AG9926	0	0,5	4,9	0,67
ARG 7712 BTRR	0	0,5	1,6	0,64
DM 2772 VT3P	0	0,5	2,4	0,78
DM 2742 MGRR2	0	0,5	2,2	0,5
DM 2738 MGRR2	0	0,52	3,86	0,79
DM 2771	0	0,55	1	1,1
I 797 VT3PRO	0	0,5	5,88	0,83
I 799 VT3	0	0,65	1,83	0,5
MS 7123 PW	0	0,54	1,5	0,77
NUCORN 2881 MGRR2	0	0,5	1,5	0,75
P2089 VYHR	0	0,57	2,67	2,09
P1815 VYHR	0	1,5	7	0,79
QS 73-01	0	0,54	3,1	0,68
SYT 35-30 VT RR	0	0,52	2,5	0,83
SYT 22-50 VT RR	0	0,52	2,75	0,68
LG 447 VIP3	0	0,56	2,25	0,75
LG 30-870 MGRR	0	0,5	3,35	0,96
SRM 6620 MGRR	0	0,52	6	0,88
Promedio	1,35	0,57	3,35	0,86
P value	--	<0,0001	NS	<0,0001
DMS (SAV, p<0,05)	--	0,09	6,70	0,70
Máximo	1,56	1,50	7,00	2,09
Mínimo	1,00	0,50	1,00	0,50

NS corresponde a diferencias no significativas, SAV corresponde a la raíz cuadrada de la varianza promedio para la diferencia de medias (p<0,05).



Fecha de siembra temprana vs tardía.

Las fechas de siembra temprana, en ausencia de limitaciones hídricas y/o nutricionales, poseen mayor potencialidad de rendimiento, debido a que desarrollan su etapa vegetativa con menor demanda atmosférica y temperaturas moderadas y coordinan la ocurrencia del período crítico con la mayor oferta anual de radiación solar. Estas condiciones permiten altas tasas de crecimiento del cultivo, sumadas a un alto número de granos fijados por superficie y un alto peso de los mismos, debido a la elevada oferta de radiación durante el período de llenado.

A medida que se retrasa la fecha de siembra, el potencial de rendimiento es menor ya que se expone al cultivo a temperaturas más altas durante su etapa vegetativa. Esto implica una emergencia más rápida, acelera la velocidad de aparición de las hojas, lo que determina un rápido establecimiento del canopeo y una buena eficiencia en la captura de radiación, además de provocar una reducción en los días a floración. Asimismo, la seguridad de obtener rendimientos aceptables es alta debido a que el riesgo climático es menor. Como contraparte, existe mayor presión de plagas y enfermedades.

Sin embargo, las diferencias más notorias entre siembras tempranas y tardías se producen durante el llenado de granos, donde los niveles de radiación y temperatura son menores y, por lo tanto, es frecuente observar una notable reducción en el peso de los granos ya que las condiciones son menos favorables para la producción de asimilados por planta (Andrade et al, 1993; Cirilo y Andrade, 1996; Maddonni et al, 1996).

Tanto las fechas tempranas como tardías son alternativas válidas a la hora de planificar un planteo productivo, sin embargo, la decisión debe basarse en la estimación de la oferta ambiental para la campaña (pronósticos), mediciones de la humedad edáfica (contenido hídrico inicial) y análisis de suelo (condiciones nutricionales).

Cabe destacar que las siembras tempranas presentan ventajas en cuanto a menores costos en lo que refiere a la elección de híbridos, ya que pueden seleccionarse materiales sin evento contra insectos (Bt, VT3P y MG) y la posibilidad de obtención de mayores rendimientos potenciales. Por otra parte, las fechas tardías también presentan ventajas que se reflejan en menores costos de semilla por el uso de menor cantidad (densidad de siembra menor) y la utilización de menores dosis de nitrógeno, debido a la mayor disponibilidad del mismo en el suelo.

Al analizar 3 campañas de FSTE y FSTA de los ensayos comparativos de rendimiento (ECR) de EEA INTA Rafaela, se puede observar que el cultivo sembrado en fechas tempranas presenta mayores potenciales de rendimiento, en comparación a las siembras tardías (Figura 5).

Comparativamente, durante el período crítico del cultivo, las fechas tempranas recibieron un 17%, 14% y 5% más de radiación incidente que las fechas tardías.

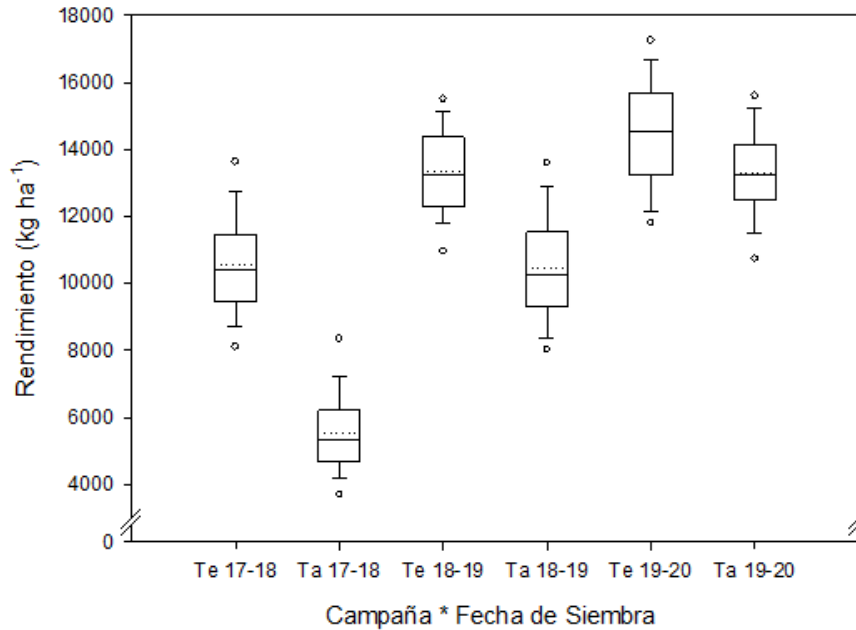


Figura 5: Diagrama de cajas del rendimiento promedio en grano de maíz (kg ha^{-1}) corregido al 14,5% de humedad, en fecha de siembra temprana y tardía (Te y Ta, respectivamente) de 3 campañas (2017-18, 2018-19 y 2019-20) para la localidad de Rafaela. Líneas punteadas indican la media.

En coincidencia con el rendimiento, la variabilidad en la fijación de granos fue claramente menor en los planteos de FSTA. Sin embargo, la fecha tardía tuvo aporte de la segunda espiga (prolificidad), asegurando un valor mínimo de fijación de granos.

Al analizar cada campaña por separado, podemos observar que para la campaña 2017-18, la FSTE presentó mayor potencial de rendimiento en comparación a la FSTA, la cual obtuvo un promedio muy bajo de rendimiento debido a que durante el período crítico del cultivo se presentaron condiciones de estrés hídrico que provocaron una reducción en el NG por unidad de superficie (Tabla 8).

Durante la campaña 2018-19, los rendimientos fueron favorables para ambas fechas de siembra, siendo inferiores para la fecha de siembra tardía. Durante la misma, las condiciones fototermales e hídricas fueron favorables para ambas fechas de siembra.



Tabla 8. Fecha de siembra, agua útil a la siembra (mm), precipitaciones acumuladas durante el ciclo, sumatoria de la radiación incidente durante el ciclo del cultivo y en el período crítico, número de granos por unidad de superficie (NG m⁻²) y peso de los granos en mg (PMG) para fecha de siembra temprana (FSTE) y fecha de siembra tardía (FSTA) en tres campañas en Rafaela (2017-18, 2018-19 y 2019-20).

	Fecha de siembra	Agua útil a la siembra (mm)	Precipitaciones acumuladas en el ciclo	Σ Radiación incidente durante el ciclo (MJ m ⁻²)	Σ Radiación incidente durante el periodo crítico (MJ m ⁻²)	NG m ⁻²	PMG (mg)
Temprana 17-18	9-oct	276	356	3868	844	4356	244
Tardía 17-18	22-dic	179	334	3124	697	2231	249
Temprana 18-19	18-sep	81	777	3953	814	4687	285
Tardía 18-19	21-dic	101	523	2936	695	3379	310
Temprana 19-20	19-sep	162	541	4187	787	5748	264
Tardía 19-20	13-dic	200	559	3371	740	4518	299

Se puede observar que durante la campaña 2019-20, al igual que en la campaña anterior, la productividad fue muy buena en ambas fechas de siembra, sin embargo, la temprana se destaca en relación a la tardía.

El agua total durante el ciclo del cultivo, considerada como la sumatoria del agua útil a siembra y las precipitaciones, explicó el 89% de la variabilidad en el rendimiento de los híbridos (Figura 6a). Al analizar los híbridos por su característica de prolificidad, se observa que los prolíficos tienen mejor respuesta en rendimiento a mayores cantidades de agua disponible durante su ciclo ($p < 0,0009$) (Figura 6b).

Asimismo, las variaciones en número de granos estuvieron asociadas con la radiación solar incidente durante el ciclo del cultivo. La misma explicó el 66% de la variabilidad en los datos (Figura 6c). Tal como se detectó en rendimiento, en número de granos incrementos de la radiación incidente sobre genotipos prolíficos, provocaron aumentos en el rendimiento en comparación con los híbridos no prolíficos (Figura 6d).

Las fechas de siembra que tuvieron mayor radiación incidente acumulada durante el ciclo del cultivo también la tuvieron durante el PC de definición de rendimiento, pero la misma no afectó el rendimiento final sino el NG fijado (Tabla 8).

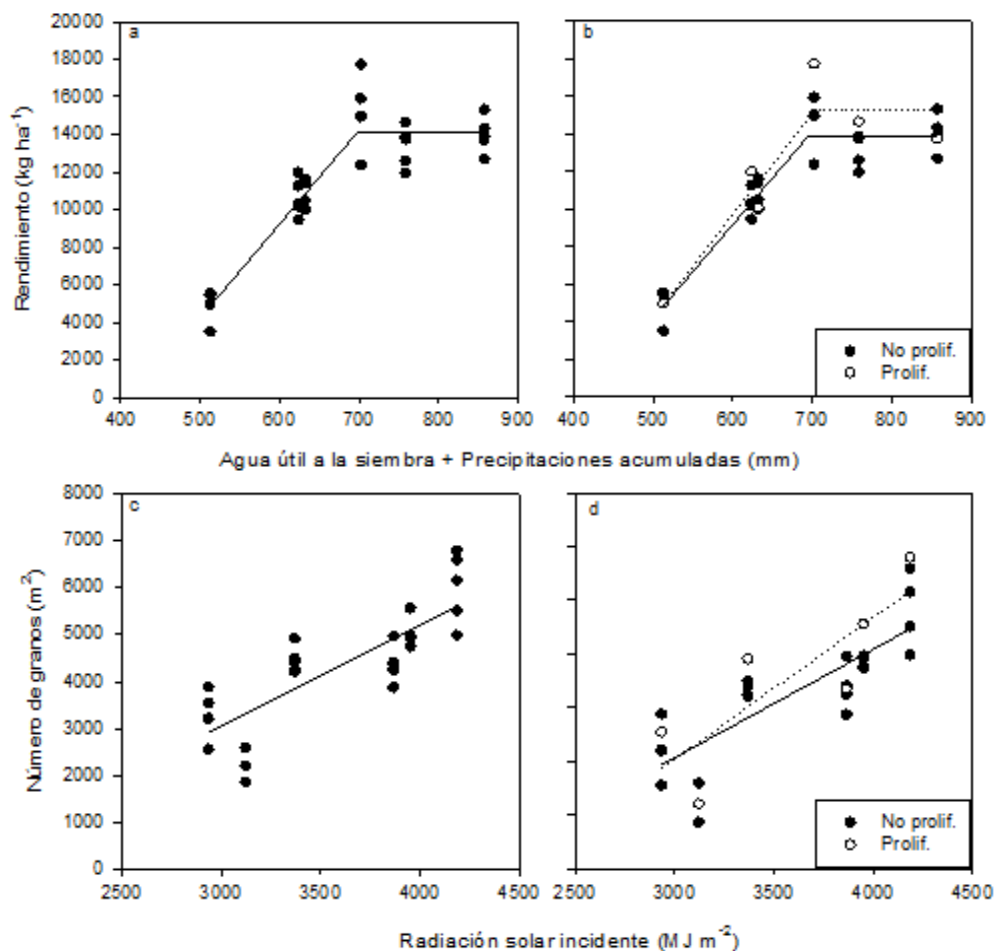


Figura 6: a) Rendimiento (kg ha⁻¹) en función del agua total (Agua útil a la siembra + precipitaciones acumuladas) en mm de 5 híbridos sembrados en FSTE y FSTA para 3 campañas en Rafaela (2017-18, 2018-19 y 2019-20). b) Rendimiento (kg ha⁻¹) en función del agua total en mm de 5 híbridos prolíficos (círculos blancos) y no prolíficos (círculos negros) sembrados en FSTE y FSTA en Rafaela para 3 campañas (2017-18, 2018-19 y 2019-20). c) Número de granos (NG) por unidad de superficie en función de la radiación solar incidente (MJ m⁻²) de 5 híbridos sembrados en FSTE y FSTA para 3 campañas en Rafaela (2017-18, 2018-19 y 2019-20). d) Número de granos (NG) por unidad de superficie en función de la radiación solar incidente (MJ m⁻²) de 5 híbridos prolíficos (círculos blancos) y no prolíficos (círculos negros) sembrados en FSTE y FSTA en Rafaela para 3 campañas (2017-18, 2018-19 y 2019-20).



En cuanto al comportamiento genotípico de los híbridos, es importante considerar los diferentes comportamientos agronómicos. Está reportado que la eficiencia de uso tanto de la radiación como la de agua, tiene un importante componente genético (Andrade et al, 1993; Cirilo y Andrade, 1996). No se detectaron híbridos que demuestren un mejor comportamiento productivo en la FSTA en comparación con la FSTE (Figura 7). Varios cultivares tuvieron comportamientos similares en ambas fechas. Por otro lado, en general los híbridos que presentaron altos rendimientos en la FSTE, no tuvieron altas productividades en la FSTA (Figura 7).

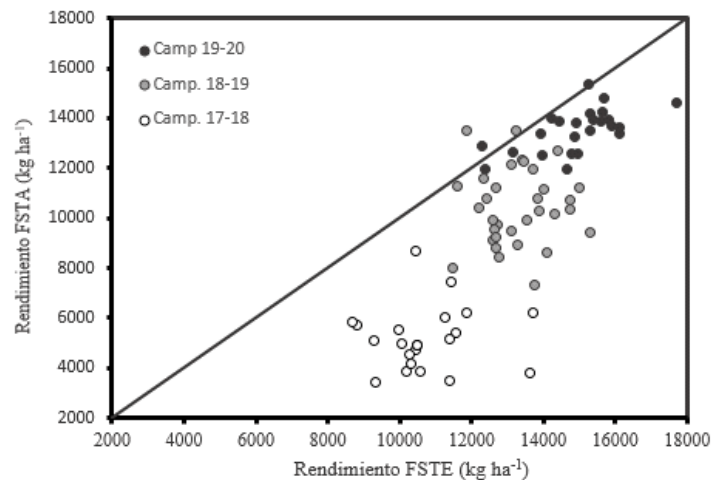


Figura 7: Rendimiento de la fecha de siembra tardía (FSTA) en función de la fecha de siembra temprana (FSTE) para híbridos de maíz evaluados en para la localidad de Rafaela en 3 campañas (2017-18, 2018-19 y 2019-20). Línea continua indica la 1:1 que representa el isorendimiento en ambas fechas de siembra.

CONSIDERACIONES FINALES

El comportamiento del maíz lo hace susceptible frente a modificaciones tanto ambientales como de manejo (elección de fecha de siembra, híbrido, densidad de plantas). Estas últimas juegan un papel fundamental cuando se decide sembrar en un determinado ambiente productivo. Tanto el maíz temprano como el tardío se comportan diferente ante distintos ambientes, siendo el primero una mejor alternativa para ambientes de alto potencial y el tardío para ambientes de menor calidad.

El presente trabajo permite dimensionar el potencial productivo de los diferentes híbridos para las condiciones ambientales de Rafaela en dos condiciones de producción diferentes, además de caracterizar híbridos y hallar las diferencias productivas entre ellos.

El agua total acumulada durante el ciclo del cultivo (Agua útil a la siembra + precipitaciones) fue un buen indicador de los rendimientos obtenidos, mientras que la radiación total incidente explicó las variaciones obtenidas en número de granos.



AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todos aquellos que colaboraron con el desarrollo del ensayo, realizando las actividades de siembra, raleo, pulverizaciones y cosecha: Alejandro Chiavassa, Germán Eggel, Mara Biglione, Cristian Mansilla, Néstor Tomasini, Ariel Risso, Marcia Trossero, Juan Picco, Marcela Gallardo, Rubén Tosolini, Hernán Petrabissi, Juan Marcos Giordano, Federico Massoni, Juan Ignacio Galliano.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade FH (1992) Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. Boletín Técnico 106. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA), Balcarce, Buenos Aires, Argentina. Bonhomme R, Derieux M, Kiniry JR, Edmeades GO and Ozierlafontaine H (1991) Maize leaf number sensitivity in relation to photoperiod in multilocation fields trials. *Agronomy Journal* 83: 153 – 157.
- Andrade F.H., S.A. Uhart y A.G. Cirilo. 1993a. Temperature affects radiation use efficiency in maize. *Field Crops Res.* 32:17-25.
- Cirilo AG (1995) Fecha de siembra y productividad en maíz. Ph.D. diss., Universidad Nacional de Mar del Plata., Balcarce, Bs. As., Argentina.
- Borrás L and Gambín BL (2010) Trait dissection of maize kernel weight: towards integrating hierarchical scales using a plant growth approach. *Field Crops Res.* 118: 1 – 12.
- Cirilo A.G. 1994. Desarrollo, crecimiento y partición de materia seca en cultivos de maíz sembrados en diferentes fechas. Tesis M.Sc. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. 86 pp.
- Cirilo A.G. y F.H. Andrade. 1996. Sowing date and kernel weight in maize. *Crop Sci.*, 36:325-331
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Ferraguti, F. 2013. “Maíz en fechas tardías: una alternativa que llegó para quedarse”. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-maz-segunda.pdf>
- Lafitte HR and Edmeades GO (1997) Temperature responses of tropical maize cultivars selected for broad adaptation. *49: 215 – 29.*
- Maddoni G.A y, Otegui, M.E. 1996. Leaf area, light Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz 55 interception, and crop development in maize.. *Field Crops Res.*, 48:81-87.
- Otegui M.E. 1995. Prolificacy and grain yield components in modern argentinean maize hybrids. *Maydica*, 40:371-376.
- Papucci, S.; González, A.; Cruciani, M; Tuttolomondo, G.y González, M. 2016. Maíces tempranos vs tardíos. *Agromensajes*. <https://fcagr.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2016/11/5AM46.pdf>.
- Pedrol H. M., Castellarín J.M., Rosso O. y Dignani D. 2005. Fechas de siembra y rendimientos en maíz. Oliveros Campaña 2004-2005. Para Mejorar la Producción 29. EEA Oliveros INTA. pp 8-14
- Presello, D. A.; Lorea R. D. y Eyherabide, G. 2016. Rendimiento de cultivares de maíz en ensayos de siembra tempranas y tardías. *RTA. Volumen 10. N°31. Pág.: 7-10.*
- Ritchie, SW & JJ Hanway. 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. Special Report N° 48.



- Rosetti, L y Lozano Coronel, A. 2019. Evaluación de híbridos de maíz en fechas de siembra temprana y tardía en INTA Rafaela durante la campaña 2018/19. Publicación Miscelánea Información Técnica cultivos de verano, Campaña 2018-19. INTA Rafaela. Año VII N°3. ISSN en línea 2314-3126.
- Schlie, G.; Rosetti, L., Zuil, S. Perfil sanitario de maíz temprano y tardío en Rafaela. Campaña 2018/19. <https://inta.gob.ar/documentos/informacion-tecnica-de-cultivos-de-verano-campana-2019>
- De Rossi, R.; Guerra, F.; Plazas, M.; Sayago, P.; Guerra, G. y Gregoret, C. 2013. Comportamiento sanitario de híbridos de maíz en el centro norte de Córdoba.
- 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.
- Peterson; Campbell & Hannah. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals.



EVALUACIÓN DE UNA ENMIENDA BIOLÓGICA LÍQUIDA EN UN CULTIVO DE MAÍZ PARA PICADO.

MARTINS, Luciano^{1*}; KERN, Ezequiel¹ y AIMARETTI, Jonatan²

1INTA AER Esperanza. 2Asesor comercial
*Autor de contacto: martins.luciano@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La utilización del silaje de planta entera de maíz es una tecnología ampliamente adoptada desde la década de los noventa. Para reducir el costo por unidad de nutrientes y lograr un producto de mejor valor nutricional, es necesario maximizar la producción y la calidad del forraje por unidad de superficie. Esto implica, entre otros factores, tener en cuenta una correcta elección del híbrido, época y densidad de siembra, fertilización, control de malezas y cosechar el forraje en el momento adecuado (Eyhérbide, G., 2015).

La enmienda biológica líquida FFO (Fertilización Foliar Orgánica), aporta micronutrientes y elementos biológicos benéficos para las plantas. Es un bio-estimulante foliar del desarrollo y de la sanidad vegetal aprobada como insumo para producciones orgánicas, agroecológicas y periurbanas (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química y biológica de la enmienda líquida FFO. Referencias: miligramos por litro (mg litro^{-1}). Fuente: Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas UNL, año 2008. Ensayo de Maíz 1^{ra}, Esperanza, campaña 2019/20.

Micronutrientes presentes	mg litro^{-1}	Microorganismos presentes
Manganeso	0,090	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Cobre	< 0,060	<i>Bacillus subtilis</i>
Hierro	1,400	<i>Bacillus pumilus</i>
Zinc	0,045	
Níquel	< 0,030	

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico de un híbrido de maíz de doble propósito de siembra temprana, cultivado en dos sistemas de siembra (directa y convencional) en respuesta a la aplicación de la enmienda biológica líquida FFO.



MATERIALES Y MÉTODOS

Junto con la empresa Braem Conrado FFO® de la localidad de San Carlos Sud (Las Colonias, Santa Fe), se estableció un ensayo con un híbrido de maíz destinado a silaje, en un establecimiento lechero (LS 31° 26' 5,47"; LO 60° 58' 3,31"), al oeste de la ciudad de Esperanza (Las Colonias, Santa Fe). La serie de suelo del lote corresponde a Esperanza (ESP), un Argiudol típico con capacidad productiva alta para uso agrícola (clase 1/2) y un índice de aptitud de 79 (sin considerar el factor climático) (Visor GeoINTA).

Para el ensayo, se utilizó el híbrido Forratec Duo 28 (doble propósito) y la siembra se realizó el 23 de octubre de 2019 con una sembradora Monumental a placa, de 10 surcos a 0,52 m entre sí. Al momento de la siembra, la densidad utilizada fue de 4,5 semillas.metro lineal⁻¹ y se fertilizó con 95 kg.ha⁻¹ de fosfato diamónico (DAP). El cultivo antecesor fue alfalfa durante los últimos tres años. La mitad de la superficie fue laboreada previamente a la siembra del maíz (labranza convencional, LC), y el otro 50 %, sembrado en directa (SD).

De esta manera, se realizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y los tratamientos conformaron un arreglo factorial 2x3, donde el primer factor estuvo determinado por los dos sistemas de labranza (LC y SD) y el segundo factor compuesto por tres niveles (0, 5 y 10 litros ha⁻¹) de aplicación de la enmienda (Tabla 2). El 23 de noviembre de 2019 (estado fenológico: V7 - 7 hojas desarrolladas) se realizó la aplicación de la enmienda FFO para los distintos tratamientos.

Tabla 2. Tratamientos, dosis, repeticiones y tamaño de franja. Referencias: hectárea (ha), metros (m). Ensayo de maíz de 1^{ra}, Esperanza, campaña 2019/20.

Tratamientos		Dosis	Repeticiones	Tamaño de franja
Siembra directa (SD)	Testigo SD	0 litros ha ⁻¹	3	60 x 150 m
	5 FFO SD	5 litros ha ⁻¹	3	60 x 150 m
	10 FFO SD	10 litros ha ⁻¹	3	60 x 150 m
Labranza convencional (LC)	Testigo LC	0 litros ha ⁻¹	3	60 x 150 m
	5 FFO LC	5 litros ha ⁻¹	3	60 x 150 m
	10 FFO LC	10 litros ha ⁻¹	3	60 x 150 m



Para cada tratamiento, se realizaron muestreos de la parte aérea de 3 plantas seleccionadas al azar por cada repetición (9 plantas totales por cada tratamiento), correspondientes a la fecha 17 de enero de 2020 (estado fenológico: R3 - grano lechoso). Las variables que se determinaron fueron: altura de planta (m), altura de inserción de espiga (m), largo de espiga (cm), materia verde de los órganos que conforman la parte aérea de las plantas en kilogramos (kg MV del tallo, kg MV de las hojas y kg MV de las chalas + espigas). En base a estos datos y a la densidad de siembra, se estimó la producción de materia verde y de materia seca (MS: materia seca de la planta al 35 %) en toneladas por hectárea (tn MV ha⁻¹ y tn MS ha⁻¹).

El análisis estadístico del rendimiento se realizó mediante el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2017). El efecto de los factores evaluados y su interacción sobre las variables medidas se analizaron mediante ANOVA y las medias fueron comparadas mediante el test LSD Fisher (DMS, p ≤ 0,05).

Los registros de precipitación fueron obtenidos del pluviómetro ubicado en la AER INTA Esperanza.

RESULTADOS

Las precipitaciones registradas en la campaña 2019/20 y las correspondientes a la serie histórica de Esperanza (Santa Fe), se muestran en la Tabla 3. Durante la etapa vegetativa del cultivo, los valores de precipitación fueron inferiores en aproximadamente 60 %, a los valores medios mensuales, lo que generó un crecimiento inicial irregular de las plantas. En diciembre, las precipitaciones superaron en un 47 % al valor medio mensual, permitiendo una normalización del crecimiento de las plantas y fueron oportunas para los estados fenológicos de floración, cuaje y llenado del grano del cultivo.

Tabla 3. Precipitaciones (mm) registradas durante los meses comprendidos durante el ciclo del cultivo y precipitaciones medias de la serie histórica en Esperanza (Santa Fe) (2006/2019). Ensayo de Maíz 1^{ra}, Esperanza, campaña 2019/20.

	Precipitaciones (mm)				
	Oct	Nov	Dic	Ene	Total
Campaña 2019/2020	40	51	352	61	504
Histórico 2006/2019	115	134	188	134	571

A continuación, se presentan los valores medios obtenidos de la interacción de los factores evaluados (sistema de siembra y nivel de enmienda FFO), junto al análisis estadístico de longitud de espiga (cm), altura de inserción de espiga (m) y altura de planta (m) en la Tabla 4.



Adicionalmente, en la Figura 1 se muestra una imagen comparativa del largo de espiga (cm) para los diferentes tratamientos. Además, los resultados de materia verde del tallo (kg), materia verde de las hojas (kg), materia verde de la espiga + chalas (kg), toneladas de materia verde por hectárea y de materia seca por hectárea, se presentan en la Tabla 5.

Para la longitud de espiga, hubo diferencias significativas a favor de la LC ($p < 0,001$). Si bien el tratamiento 10 FFO en LC no se diferenció con el Testigo en LC, sí lo hizo con el resto de los tratamientos ($p < 0,05$). En la LC se dio la mayor altura de inserción de espiga ($p < 0,001$), con 1,02 m para los tratamientos con 5 FFO y 10 FFO ($p < 0,005$). Asimismo, la LC presentó las mayores alturas de planta ($p < 0,001$) y el tratamiento 10 FFO LC tuvo la mayor altura ($p < 0,001$) con 2,34 m (Tabla 4).

Tabla 4. Longitud de espiga (cm), altura de inserción de espiga (m) y altura de planta (m), en siembra directa (SD) y labranza convencional (LC) y tres niveles de enmienda foliar FFO (testigo, 5 y 10 l.ha⁻¹) en maíz de 1^{ra}, Esperanza, campaña 2019/20.

Tratamientos		Longitud espiga (cm)	Altura de inserción espiga (m)	Altura de planta (m)
Siembra directa (SD)	Testigo SD	18,33 c	0,75 c	1,95 e
	5 FFO SD	21,00 b	0,78 c	1,99 e
	10 FFO SD	20,33 bc	0,79 c	2,08 d
Labranza convencional (LC)	Testigo LC	22,00 ab	0,90 b	2,19 c
	5 FFO LC	21,67 b	1,02 a	2,28 b
	10 FFO LC	24,00 a	1,02 a	2,34 a

Letras diferentes indican diferencias significativas según el test LSD Fisher ($p < 0,05$).



Figura 1. Imagen comparativa de las espigas cosechadas el 17 de enero de 2020 a partir de los diferentes tratamientos. Ensayo de maíz de 1^{ra}, Esperanza, campaña 2019/20.



En relación con la materia verde (MV) del tallo, las diferencias significativas se observaron a favor de la LC con valores entre 0,498 y 0,602 kg ($p < 0,001$). Para la MV de las hojas, en la LC se presentaron los mayores pesos ($p < 0,001$), con el mayor valor de 0,178 kg para 10 FFO LC ($p < 0,05$). También para la MV de espiga + chalas, en la LC están los mayores pesos ($p < 0,001$), donde 10 FFO LC logró 0,408 kg ($p < 0,05$), como se ve en la Tabla 5.

En términos generales, se obtuvieron mayores valores de tn MV.ha⁻¹ y tn MS.ha⁻¹ cuando se realizó LC en comparación a la SD ($p < 0,001$), destacándose el tratamiento de 10 FFO LC, que alcanzó diferencias significativas con el nivel de 5 FFO LC y con el Testigo LC. Por ello, los mayores valores para estas variables se obtuvieron al combinar LC y 10 FFO ($p < 0,05$), con 53,47 tn.ha⁻¹ de MV y 18,71 tn.ha⁻¹ de MS (Tabla 5).

Tabla 5. Materia verde (MV) del tallo, hojas y espiga + chalas (en kilogramos), materia verde y materia seca por hectárea (35 % de MS) (en toneladas), en siembra directa (SD) y labranza convencional (LC) y tres niveles de enmienda foliar FFO (testigo, 5 y 10 l.ha⁻¹) en maíz de 1^{ra}, Esperanza, campaña 2019/20.

Tratamientos		MV tallo (kg)	MV hojas (kg)	MV espiga + chalas (kg)	MV.ha ⁻¹ (tn)	MS.ha ⁻¹ (tn)
Siembra directa (SD)	Testigo SD	0,261 b	0,069 d	0,204 d	24,03 d	8,41 d
	5 FFO SD	0,324 b	0,098 c	0,273 bc	31,25 cd	10,94 cd
	10 FFO SD	0,342 b	0,097 c	0,287 b	32,65 c	11,43 c
Labranza convencional (LC)	Testigo LC	0,498 a	0,152 b	0,352 ab	45,11 b	15,79 b
	5 FFO LC	0,532 a	0,151 b	0,305 b	44,46 b	15,56 b
	10 FFO LC	0,602 a	0,178 a	0,408 a	53,47 a	18,71 a

Letras diferentes indican diferencias significativas según el test LSD Fisher ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

El comportamiento agronómico del híbrido de maíz evaluado, frente a la aplicación de distintas dosis de la enmienda biológica líquida FFO, expresó mayores valores para las variables medidas (a excepción de la longitud de espiga) cuando se cultivó en el sistema de siembra de labranza convencional, que en el sistema de siembra directa.

Cuando se utilizó el sistema de siembra de labranza convencional, el mayor rendimiento en tn.ha⁻¹ de materia verde y materia seca, se obtuvo con la dosis de 10 litros.ha⁻¹ de FFO, que fue un 15 % superior a 5 litros.ha⁻¹ FFO y al Testigo.



En el sistema de SD, el tratamiento 10 FFO superó en un 4 % a 5 FFO, y éste último fue superior en un 23 % al Testigo, y por lo tanto es donde la respuesta a la aplicación de la enmienda se hizo más visible.

La aplicación de la enmienda biológica líquida FFO es una herramienta importante que otorga micronutrientes esenciales al cultivo. Los mismos complementan, pero no sustituyen a la fertilización de base en el suelo. En este sentido, puede ser tenida en cuenta para aquellos establecimientos que realizan maíz para picado, tanto en sistemas de SD como de LC.

Es necesario continuar con este tipo de ensayos, con el propósito de conocer aspectos que impacten positivamente y aseguren la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios.

AGRADECIMIENTOS

Al productor Héctor Shulte, por facilitar el espacio físico para la ejecución del ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

Di Rienzo J.A.; Casanoves F.; Balzarini M.G.; Gonzalez L.; Tablada M.; Robledo C.W. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>

Eyhérabide, G. 2015. Bases para el manejo del cultivo de maíz. ISBN: 978-987-679-141-0. Disponible en: <http://inta.gov.ar/documentos/bases-para-el-manejo-del-cultivo-de-maiz>

Visor GeolINTA. URL: <http://geointa.inta.gov.ar/visor/?p=83>



COSECHA MECÁNICA DE MAÍZ. EVALUACIÓN DE MEJORAS A COSECHADORA DE GRANOS JD STS.

GIORDANO, J. M.

*Profesional del INTA EEA Rafaela
giordano.juan@inta.gob.ar*

INTRODUCCIÓN

El 26 de septiembre de 2018, un productor del estado de Illinois (EE.UU.), batió simultáneamente dos récords mundiales de trabajo ininterrumpido cuando logró cosechar 1.111 toneladas de maíz en ocho horas y 1.620 toneladas en doce horas, con su cosechadora de granos CLAAS LEXION 760 TT, con motor Caterpillar de 431 hp motor (Clase VIII, según Bragachini y Peiretti, 2009); dicho evento fue avalado por la Guinness World Record (2009). La cosechadora estaba equipada con un cabezal para maíz Geringhoff de 16 líneas a 0,75 m (ancho total 12 m). Las condiciones ambientales no eran las ideales, ya que durante el día anterior había llovido 12 mm y la primera tolva de granos recolectada tenía entre 17% y 18% de humedad. Luego de finalizada dicha evaluación, se pudo determinar que la LEXION 760 tuvo un rendimiento de 135 toneladas por hora (lo que representa la carga de un camión de 30 toneladas, cada 13,3 minutos). Además, cabe mencionar que, la eficiencia de consumo del combustible total de la prueba, fue de 1,3 litros por tonelada cosechada (Infocampo, 2019).

Al corriente de dicha información recientemente publicada en medios de difusión agropecuarios; se planteó evaluar el desarrollo de mejoras en la capacidad de trabajo de una cosechadora JD STS y comparar los resultados, no solo con su modelo original, sino además, con las pruebas más significativas de otras marcas y modelos de cosechadoras en un cultivo semejante. Para dicha comparación, se utilizan índices de productividad tales como hectáreas y toneladas por hora cosechada, la eficiencia en el consumo del combustible y el uso de la potencia motor.

MATERIALES Y MÉTODO

La evaluación de la cosechadora JD 9670 STS (Clase VI), con todas los cóncavos y rotores experimentales, se realizó el 8 de marzo de 2019 en un lote de maíz del productor (propietario de la cosechadora), en Jacinto L. Arauz; en el departamento Las Colonias, provincia de Santa Fe.

El lote de maíz era de 50 ha; el cual fue sembrado el 12 de septiembre de 2018, con el híbrido Dekalb 6910. En esa oportunidad, se adicionó 120 l/ha de fertilizante líquido PhosFertil 30; luego en V4 agregó 100 l/ha de SoIMIX (30-0-0), obteniéndose a la cosecha un rendimiento promedio de 9800 kg/ha y en el área de pruebas 13.000 kg/ha, con una humedad en el grano de 14%.



Cabe mencionar que, si bien el cultivo se apreciaba seco, sus cañas conservaban humedad. Además, las espigas mantenían buena adherencia en su inserción con el tallo. Se observaba presencia de manchones de cañas dobladas por debajo del nudo de inserción de las espigas (Figura 1). Las condiciones predisponentes fueron: buena fertilidad en el suelo, provisión de humedad en todo el ciclo del cultivo, alto rendimiento en granos; combinado con condiciones ambientales calurosas y ventosas durante el desarrollo de la espiga.



Figura 1. Vista de un sector del lote de ensayo, con los síntomas característicos de “Corn Green Snap”.

Durante el mes de noviembre de 2018, se registraron precipitaciones que superaron en casi 200 mm la media histórica de 107mm (Serie histórica 1930-2018. INTA EEA Rafaela), y posteriormente, durante el mes de enero de 2019, nuevamente las precipitaciones superaron casi 100 mm su media histórica de 129 mm. Además, a fines de enero de 2019, fueron registradas en la misma estación meteorológica, velocidades promedio de viento de 25 km/h del sector SO; acompañando ello, temperaturas máximas diarias de entre 27°C y 36°C, durante 23 días consecutivos desde el 18/01 al 9/02 (INTA Siga2, 2018).

La cosechadora evaluada (JD 9670 STS) de 8 años de antigüedad, contaba con un motor de 305 hp, equipada con un cabezal maicero JD 612C de 6,3 m de ancho de captación (12 líneas a 0,52 m) modelo 2013 (Figura 2).



Figura 2. Vista de la cosechadora JD 9670 STS, trabajando en el sector del ensayo de la cosecha de maíz en Jacinto L. Arauz, Santa Fe (2019).

Las cosechadoras JD STS cuentan con los siguientes elementos en su sistema de alimentación, trilla-separación y expulsión originales (Figura 3):

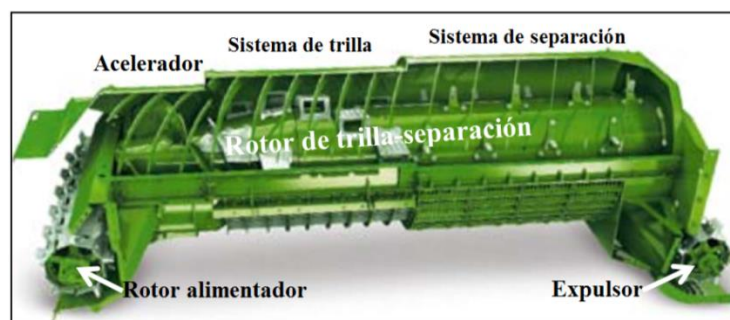


Figura 3. Vista en 3D del sistema de alimentación, trilla – separación y expulsión de paja, de las cosechadoras JD STS. (Deere & Company, 2020).

- Rotor alimentador transversal con pletinas lineales (Figura 4A).
- Tres cóncavos de trilla, los cuales pueden ser: con barrotes planos y grilla de alambre, para utilizarse indistintamente en cultivos de soja y/o maíz, o de barrotes redondos, utilizados especialmente para maíz (Figura 5A).
- Cuatro cóncavos de separación, construidos con peines de fundición nodular, utilizados para todos los cultivos (Figura 5B).
- En el sector expulsión, cuenta con un rotor similar al alimentador original (Figura 6) y un cóncavo, también constituido por peines similares a los del sector separación, vistos en la figura 5B.

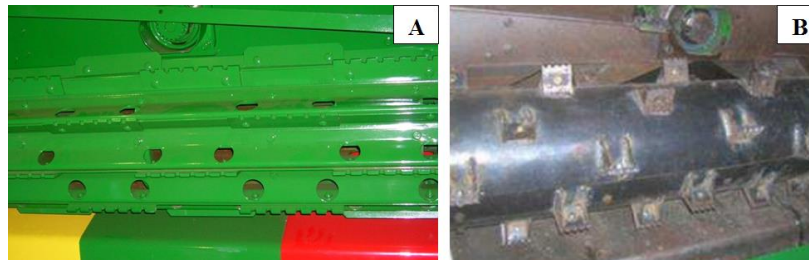


Figura 4: A- Rotor de alimentación original y B- Rotor alimentador experimental.

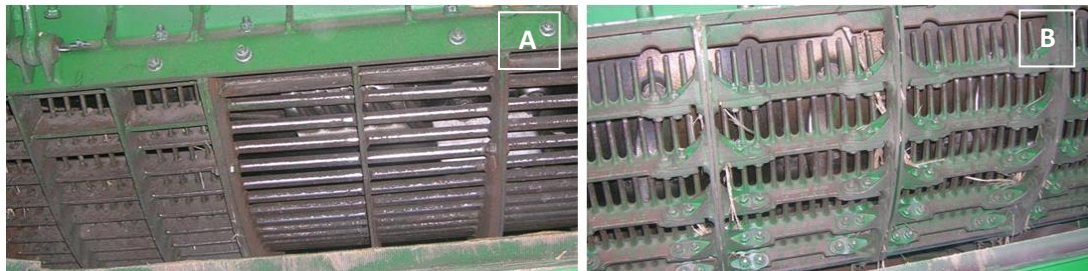


Figura 5: A- Cóncavos de trilla originales: el 1º. de barras y alambres, el 2º y 3º de barras redondas y B- Cóncavos de separación original,

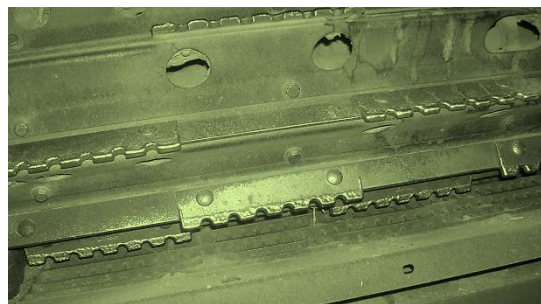


Figura 6: Rolo expulsor, con pletinas lineales y cóncavo de colado original.

Por su parte, el propietario de la cosechadora JD 9670 STS, nos había permitido incorporar desde la campaña anterior de maíz, una serie de reformas experimentales con la intención de mejorar su productividad, a saber:

- Rotor acelerador transversal experimental, con pletinas en disposición helicoidales (Figura 4B).

- Tres cóncavos de trilla de cosecha gruesa de baja agresividad y alto colado. En el primero, las barras de fricción tenían disposición oblicua, mientras que en los otros dos, las barras de fricción tenían disposición convencional (Figura 7A).

- También se habían reemplazado los cóncavos de separación estándar (Figura 5B) por otros experimentales de alto colado (Figura 7 B).

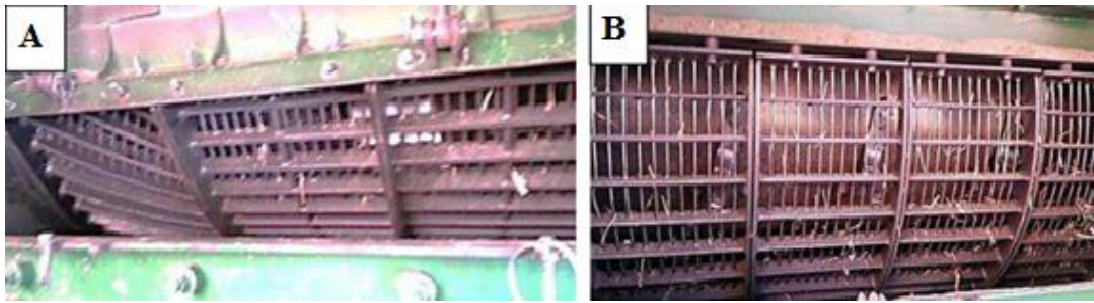


Figura 7. A. Vista de la disposición de los cóncavos de trilla experimentales; y B. Cóncavos experimentales de separación, en la cosechadora JD 9760 STS.

- En el sector de expulsión de paja se sustituyó el rotor pateador trasero estándar por otro con pletinas helicoidales (semejante al de la figura 4B) y su cóncavo original, por otro de mayor capacidad de colado (Figura 8).

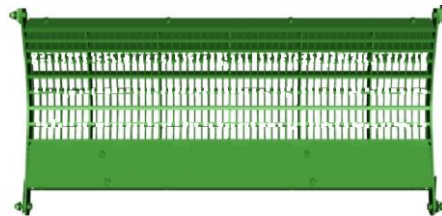


Figura 8. Vista del cóncavo experimental del rotor expulsor

Para evaluar las pérdidas naturales y las de cosecha, se realizaron adaptaciones al método difundido por INTA (Bragachini *et al.*, 2014). Se marcó y recorrió, previo al paso de la cosechadora, un área de 50 m² (19 m de longitud, por 5 líneas del cultivo en pie), y se recogieron todas las espigas caídas o adheridas a tallos quebrados sobre el suelo; que estaban por debajo de la posibilidad de captación de las cadenas alzadoras del cabezal de la cosechadora (Figura 9).

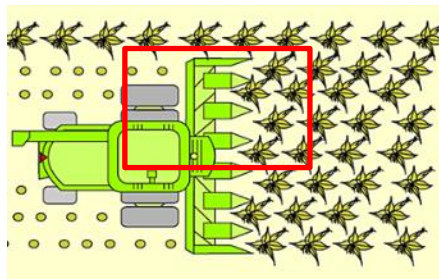


Figura 9. Esquema de la adaptación al método tradicional, para la estimación de pérdidas naturales en maíz. Área de muestreo de 19 m, por 5 líneas a 0,52 m.



Se evaluaron 5 líneas del cabezal en tres sectores siguiendo el sentido de avance de la cosechadora. Posteriormente, se promedió el peso de los granos de las espigas recolectadas en cada sector de 50 m² y luego, se extrapoló a hectárea mediante la fórmula:

$$\text{Pérdidas de granos en kg/ha} = (\text{Peso de los granos en Kg} \times 10000 \text{ m}^2) / 50\text{m}^2.$$

A pesar de presentarse manchones en el cultivo, con plantas dobladas o inclinadas, no se observaron pérdidas naturales.

Luego, para medir las pérdidas por la cola de la cosechadora (rotor y limpieza), se arrojaron durante el paso de la cosechadora, cuatro aros forrados de 0,56 m de diámetro (1/4 m²), determinando una superficie total de muestreo de 1 m². El primer aro forrado se arrojó por debajo de la cosechadora, posteriormente se lanzaron los otros tres dentro del área de corte del cabezal, (figura 10A). De esta manera, todo el material expulsado por el desparramador de paja de la cola, se distribuyó en el ancho de corte del cabezal; cubriendo los aros forrados con el material proyectado (paja y granos de pérdidas).

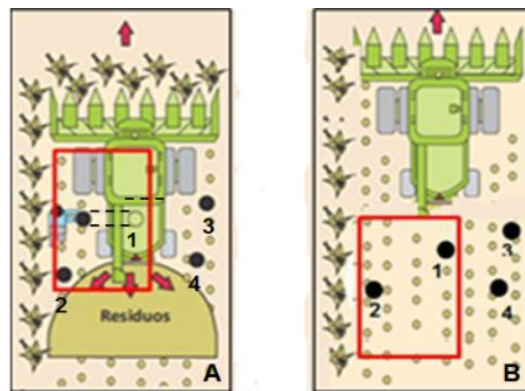


Figura 10. A. Esquema con la distribución de los aros forrados durante el paso de la cosechadora, para la medición de pérdidas por cola. Aro forrado ●. Área limpia de pérdidas naturales □
B. Esquema de la distribución final de los aros forrados y del área de evaluación de las espigas caídas, luego del paso de la cosechadora.

Por debajo de dichos aros forrados se encontraron los granos de espigas parcialmente desgranadas por los rolos espigadores del cabezal maicero; ocasionados por defectos en su captación (Figura 10B). Finalmente, se recogieron las espigas no captadas por el cabezal, dentro del área limpia de pérdidas naturales (Figura 10B).

Para el cálculo de las pérdidas por cola, se contaron los granos recogidos en la parte superior de los cuatro aros forrados (1 m²); teniendo en cuenta que 33 granos de maíz pesan en promedio 10g. Posteriormente el valor obtenido se extrapoló a hectárea.



De la misma manera, se procedió con las pérdidas por desgrane de los rolos del cabezal encontrados en el rastrojo debajo de los cuatro aros forrados.

Finalmente, se desgranaron y pesaron las espigas no captadas por el cabezal, en el área delimitada de 50m² (Figura 10B). El método empleado prevé una tolerancia máxima de pérdidas totales (cabezal más cola) de 150 kg/ha; dicha tolerancia es independiente del rendimiento del cultivo cosechado (Bragachini *et al.*, 2014).

La calidad de los granos se determinó efectuando un promedio de un pool de muestras de un litro de capacidad, recolectadas durante la descarga en el carro granelero. Dicho muestreo se realizó pasando un envase en forma diametral al chorro de descarga, de forma tal de recolectar los granos tanto de la periferia, como de su sector central. Posteriormente, se cuarteo dicha muestra y se tomó una alícuota de 100 ml, para realizar evaluaciones de granos partidos y cuerpos extraños.

El consumo de combustible se midió partiendo con tanque lleno en el sector de ensayo y posteriormente, al finalizar, se volvió a llenar hasta la marca inicial; utilizando una probeta graduada de dos litros de capacidad.

RESULTADOS

La cosechadora comenzó a trabajar a 9 km/h con las regulaciones que se consideraron más apropiadas según el productor. Se registraron pérdidas de granos de maíz de 32 kg/ha por cabezal y 25 kg/ha por cola. Luego probó a 10 km/h, midiéndose pérdidas totales de 132 kg/ha y, como se mantenía dentro de los límites tolerables aconsejados por INTA (150 kg/ha), aceleró hasta casi el límite de la transmisión en 2da. marcha (11,3 km/h). En este caso, las pérdidas totales fueron de 227 kg/ha, superándose en unos 80 kg las pérdidas aceptables.

Durante dichas evaluaciones, se notaba que al incrementarse la velocidad de avance por sobre los 9 km/h, la proporción de tallos cortados por arriba de la inserción de la espiga aumentaba y, además, el rastrojo se visualizaba inclinado en el sentido de avance de la cosechadora, tal como puede observarse en las Figuras 11 A, B y C.



Figura 11: Vistas de la inclinación del rastrojo luego del paso de la cosechadora a distintas velocidades de avance. **A.** 9 km/h, **B.** 10 km/h, **C.** 11,5 km/h.



Al respecto, cabe mencionar que la mayor parte de las pérdidas por cabezal, eran producidas por desgrane de las espigas, posiblemente originadas entre los rolos espigadores, en el sector 2 (Figura 12) de los helicoides de captación. Dado que las más expuestas a ésta acción, son las espigas pertenecientes a las plantas plegadas o muy inclinadas, quedando estas a la misma altura de dichos rolos. Estas condiciones de cultivo, probablemente se originaron por un efecto fisiológico conocido como “Corn Green Snap” (quebrado de la planta verde de maíz) (Ferraguti *et al.*, 2010), que se produce por falta de lignificación en los tallos debido a un exceso de crecimiento en los entrenudos (Ver Figura 1).

En la medida que aumentaba la velocidad de avance y se mantenía la misma velocidad de giro de las cadenas alzadoras, las espigas tendían a amontonarse junto a otros tallos, facilitando ser desgranadas por los rolos espigadores y aumentaba la posibilidad de cortar los tallos por arriba de la inserción de las espigas (Giordano, 2012).

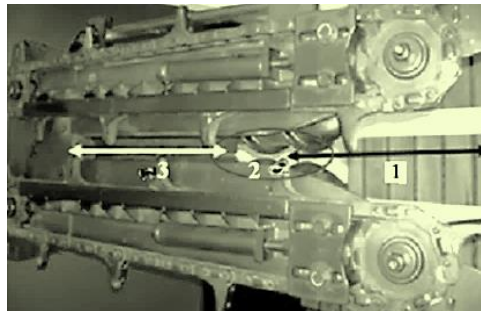


Figura 12. Sectores de sincronización de la velocidad de giro de las cadenas alzadoras, con la velocidad de avance del cabezal. 1) Sector de captación de las cadenas alzadoras. 2) Sector de captación de rolos espigadores. 3) Sector de espigado de la planta (Giordano, 2012).

Respecto de los efectos sobre la trilla, durante el paso de la cosechadora con las regulaciones iniciales (realizadas por el productor), se observaba que solo un 50% de los marlos expulsados por la cola se mantenían completos, el resto estaban partidos en dos o más partes. También, cuando aumentaba la velocidad de avance por sobre los 9 km/h, se observaba mayor cantidad de cañas y granza expulsada por la cola.

Con todas estas observaciones y evaluaciones, se decidió ensayar nuevas regulaciones, tendientes a reducir las pérdidas y buscar la mayor performance (MP) de esta cosechadora. Para ello, los evaluadores aconsejaron al productor aumentar las vueltas del eje inferior del alimentador mando cabezal (Figura 13), pasando de 520 rpm iniciales a 630 rpm (Tabla 2); esto es posible dado que dicho modelo de cosechadora, cuenta con un sistema variador de velocidad (Deere & Company, 2013a).

El accionamiento se realiza desde la cabina de conducción, permitiendo ajustes en los diferentes cabezales (maicero, recolector de andanas, cabezal draper, etc.) según las condiciones de los cultivos. Este sistema no es de línea en las cosechadoras de fabricación brasilera; es opcional.

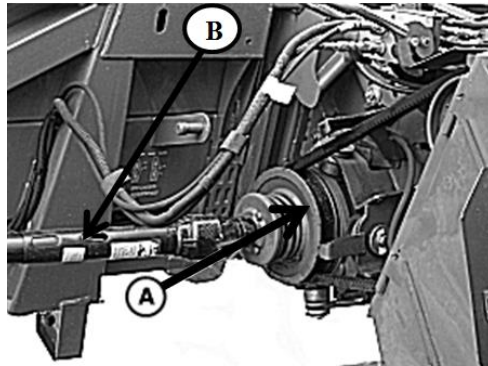


Figura 13. Vista de la transmisión del eje inferior del alimentador, con velocidad variable para los cabezales de recolección: A) Polea variable inferior. B) Eje mando cabezal maicero. (Deere & Company, 2008)

Por experiencias realizadas por el productor en la campaña 2018, desde que incorporó las reformas descritas a su cosechadora, también había invertido en el cabezal maicero JD la posición original de los engranajes, en las cajas de transmisión laterales; posicionando entonces: conductor 30 dientes y conducido 33 dientes (Figura 14). Esta inversión de engranajes produce como consecuencia un aumento del 10% en las rpm, en el eje mando cajas espigadoras (coeficiente de multiplicación: 1,1).



Figura 14. Vista de una caja de transmisión lateral del maicero JD; sin la tapa de cello. (Maquinac, 2015).

De esta manera sería posible trabajar con velocidades de avance superiores a 9 km/h, y no habría necesidad de elevar la velocidad de giro del eje de las cajas espigadoras, por sobre las 710 rpm (régimen máximo aconsejado), según el manual del operador del maicero JD 612C (Deere & Company, 2013b).



Para demostrar dicha aseveración, se realizó el presente esquema cinemático (conjunto de elementos que producen movimiento y proporcionan a éstos, fuerza de tracción); visto en figura 15 A y B. También se adjunta una tabla, donde se resumen las rpm de los distintos ejes mencionados y los coeficientes de relación resultantes, en cada caja de transmisión (Tabla 1).

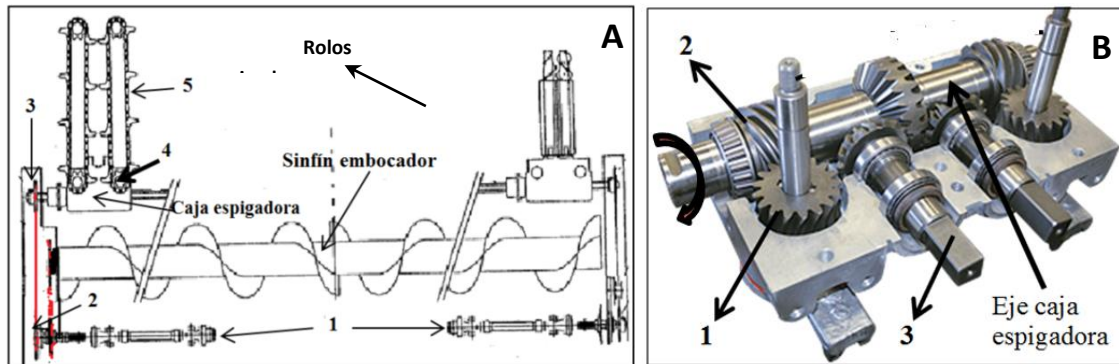


Figura 15. **A** Esquema cinemático del cabezal maicero JD: 1) Eje mando cabezal. 2) engranaje conductor. 3) engranaje conducido. 4) engranaje conductor de la cadena alzadora. 5) Cadenas alzadoras. **B** Caja espigadora: 1) Corona (25 dientes) con eje mando cadena alzadora. 2) Piñón (17 dientes) mando corona. 3) Eje mando rolo espigador.

Tabla 1. Cuadro resumen con las velocidades de giro utilizadas y las máximas no aconsejadas, de los elementos intervinientes en el esquema cinemático, con las dos relaciones de las cajas laterales de mando del cabezal JD 612C (multiplicación o reducción). Se destacan en verde las rpm y velocidades de giro o Vtg. (velocidad tangencial) aconsejadas, en amarillo las rpm y velocidad máxima admisible. En rojo: máxima posible, pero inadmisibles (riesgo de desgaste prematuro y/o roturas).

Eje mando Cabezal rpm	Coefficiente de multiplicación $33/30 = 1,1$	Eje cajas Espigadoras rpm (*)	Coefficiente de Reducción $17/25 = 0,68$	Ejes cadenas Alzadoras rpm (*)	Velocidad giro cadenas en Km/h (**)
520 mínima	1,1	572	0,68	389	8,0
650 máxima admisible	1,1	715	0,68	486	10,0
780 máxima	1,1	858	0,68	583	12,0

Eje mando Cabezal rpm	Coefficiente de reducción $30/33 = 0,9$	Eje cajas Espigadoras rpm (*)	Coefficiente de Reducción $17/25 = 0,68$	Ejes cadenas Alzadoras rpm (*)	Velocidad giro cadenas en Km/h (**)
520 mínima	0,9	468	0,68	318	6,6
650	0,9	585	0,68	398	8,2
780 máxima	0,9	702	0,68	477	10,0

(*) Fórmula Velocidad eje conducido (Figura 16 A) (**) Fórmula de Vtg. en figura 16 B y diámetro cadenas alzadoras (Figura 16 C).

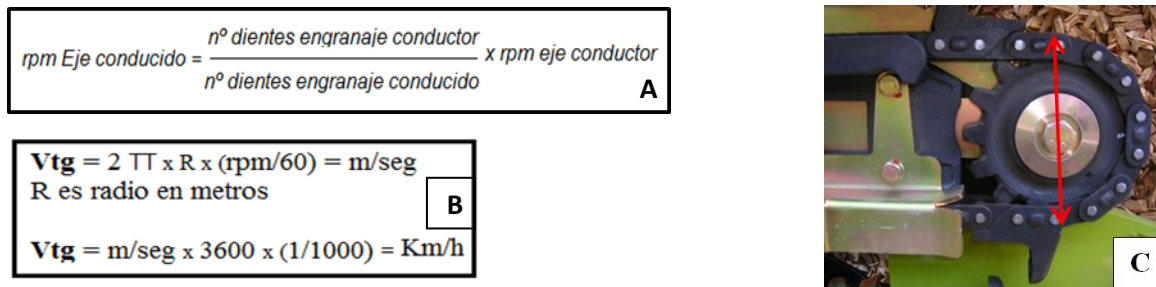


Figura 16 **A.** Fórmula de velocidad de giro: eje conducido. **B.** Fórmula Vtg: rpm eje cadenas alzadoras; R: radio de trabajo (cadenas alzadoras). **C.** Vista de un engranaje de la cadena alzadora. \longleftrightarrow Diámetro de trabajo de las cadenas alzadoras (0,11 m).

Si se analizan las rpm mínimas y máximas (520 y 780, respectivamente) erogadas por el eje inferior del alimentador, al eje mando cabezal (Figura 13), se puede decir que 630 rpm es exactamente la velocidad intermedia entre ambas. Por lo tanto, es el más indicado para transmitir el par demandado con un variador de correas, según se puede apreciar en la imagen central de la figura 17.

Algunos ensayos de consumos de potencia realizados por técnicos de la empresa Maízco S.A., fabricante de cabezales maiceros (Comunicación personal, 2020), consideran un consumo por unidad de captación de 6 a 8 hp, para condiciones semejantes de trabajo (tipo de rolo espigador, velocidad de avance y cañas verdes) por lo tanto un cabezal de 12 líneas consumirá entre 72 y 96 hp para traccionar los tallos y espigas. Debe considerarse además el consumo del sinfín concentrador del cabezal y de la rastra del acarreador de la cosechadora. Es de esperar entonces, un consumo total de potencia para este número de líneas, de 100 a 110 hp.

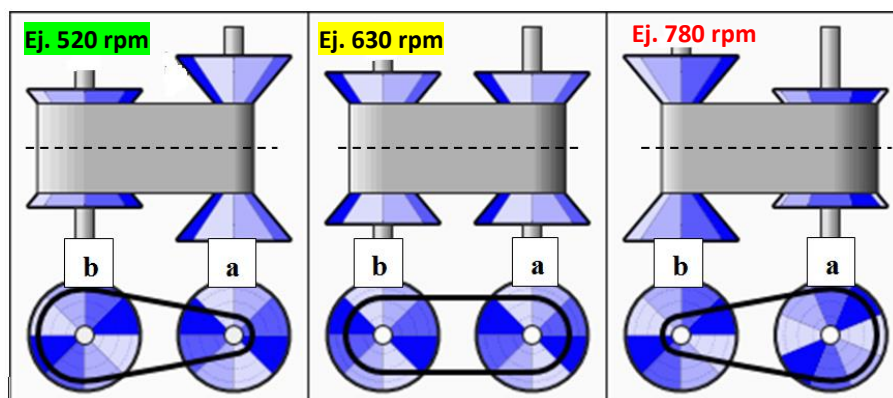


Figura 17. Esquema demostrativo con vista superior y en corte central de la variación de abrace de la correa vinculante a cada par de poleas cónicas móviles: **a)** conductora. **b)** conducida. (BIRT LH, 2020).



De la Tabla 1 se desprende que, con la relación de multiplicación 33/30 en las cajas laterales del maicero durante el régimen de regulación inicial y con el eje mando cabezal a 520 rpm, sus cadenas alzadoras trabajaron a una velocidad tangencial lineal de 8 km/h, pudiendo captar correctamente hasta una velocidad de avance de 9,5 km/h; según observaciones realizadas (Giordano, 2012), es posible trabajar con velocidades de avance en un rango óptimo de $\pm 1,5$ km/h, respecto de dicha velocidad tangencial.

A medida que se aumentaba la velocidad de avance de la cosechadora a 10 y 11,3 km/h; se iban alejando las condiciones óptimas de giro de las cadenas alzadoras, influyendo en las posibilidades de captación de los tallos y espigas.

Para iniciar las pruebas de máxima performance (MP), se decidió elevar la velocidad de rotación del eje mando cabezal a 650 RPM, por ende, la velocidad tangencial de las cadenas alzadoras fue de 10 km/h; permitiendo ajustarse en un rango óptimo de avance entre 8,5 y 11,5 km/h.

Con todas estas regulaciones realizadas en el cabezal, el conductor de la cosechadora solo dedicó especial atención a la observación del trabajo de las placas espigadoras (Figura 18. A), manteniendo para ello una luz de trabajo de entre 30 a 40 mm; para evitar cortar tallos sobre la inserción de las espigas (por exceso de ajuste) o morder espigas (por mucha apertura). Dicha acción se realiza con un actuador electrohidráulico, desde la cabina de conducción y observando un indicador graduado sobre el lateral izquierdo del cabezal maicero (Figura 18. B).

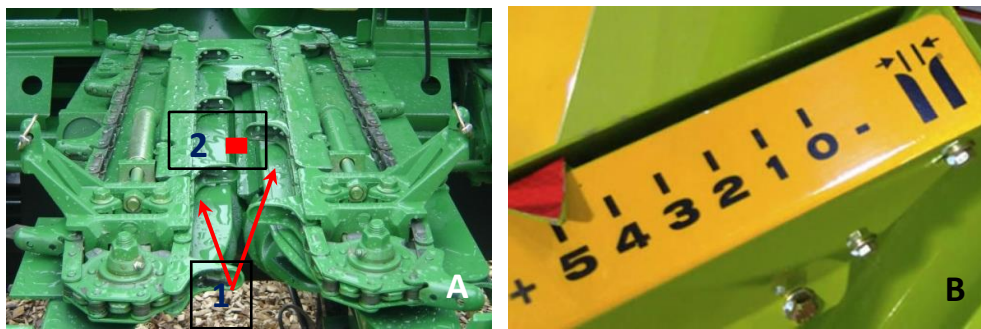


Figura 18. A: Foto de un cuerpo de captación de un cabezal maicero JD. 1) Placas espigadoras. 2) Luz de trabajo regulable. **B:** Indicador de apertura de las placas espigadoras.

Por otra parte, se consideró adecuado aumentar la luz de trabajo entre el rotor de trilla-separación y los cóncavos de trilla, pasando de 44 mm a 58 mm, y se elevaron las vueltas de dicho rotor de 470 rpm a 500 rpm (Tabla 2); con la intención de facilitar el flujo de trilla del rotor y mejorar el desgrane de las espigas, sin romper sus marlos. Al respecto se aclara que, durante toda la evaluación, se mantuvo en el sector separación una luz de trabajo de 35mm entre las púas removedoras del rotor y los cóncavos de separación experimental (Figura 19).

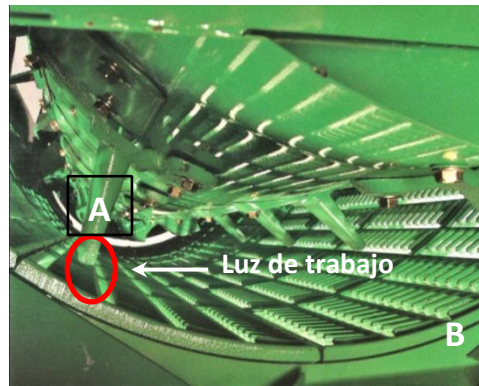


Figura 19. Vista sector de separación del sistema axial de trilla. A) púa removedora del sector separación. B) Cóncavo de separación estándar.

Luego de éste análisis general, se describe el ensayo de máxima performance y se presenta un resumen de las principales regulaciones, utilizadas en ambas evaluaciones (Tabla 2).

Tabla 2. Detalle de las regulaciones iniciales, realizadas por el productor y las de máxima performance, propuestas por los evaluadores.

REGULACION	INICIAL			MP		
Velocidades de avance en km/h	9	10	11,5	9	10	11,5
Apertura chapas cubre rolos en mm	35 - 40			35 - 40		
RPM mando cabezal maicero	520			650		
Rotor alimentador del rotor trilla-separación	Alta			Alta		
RPM rotor trilla-separación	470			500		
Caja de reducción rotor trilla-separación	Baja			Baja		
Luz rotor – cóncavo de trilla en mm	44			58		
Luz rotor – cóncavo de separación en mm	35			35		
RPM turbina ventilación	860			900		

Para éste ensayo de MP se comenzó a trabajar a 9 km/h, observándose una correcta bajada de la caña por parte del cabezal; tal como las observadas en la figura 11A. Además, los marlos que se expulsaban por la cola, en su mayoría eran enteros y hasta con algún grano adherido (Figura 20-A); lo cual es indicio de trilla adecuada y sin agresividad.

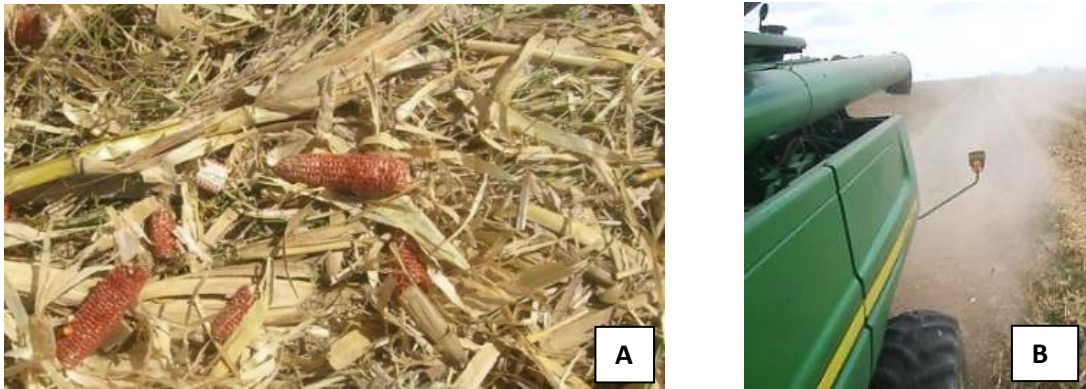


Figura 20. A: Obsérvense las espigas de maíz enteras, aún las de menor tamaño. **B:** Vista de tenue nube de material expulsado por la cola de la cosechadora.

Se pudo apreciar que por la cola de la cosechadora no se producía una nube de granza y paja molida que tapase la visual, sólo una neblina de polvillo y trozos de paja (Figura 20. B). De este modo, se logró trabajar a 9 km/h y reducir las pérdidas totales un 23% (Tabla 3) respecto de las que se habían producido con las regulaciones iniciales (realizadas por el productor).

Tabla 3. Cuadro comparativo, de los promedios de las evaluaciones de pérdidas de cosecha, realizadas a la cosechadora JD 9670 STS, con las regulaciones iniciales y las de MP, en tres velocidades diferentes de avance y sus respectivos índices de productividad.

Velocidad en Km/h	Pérdidas en kg/ha						Reducción de pérdidas totales en %	Capacidad De trabajo en ha/h	IAG t/h	
	Naturales	Cabezal		Cola		Totales				
		Inicial	MP	Inicial	MP	Inicial				MP
9	0	32	14	25	30	57	44	23	5,6	73
10	0	60	37	72	47	132	84	36	6,3	82
11,5	0	117	55	110	71	227	126	44	7,2	93

A raíz del resultado promisorio de las regulaciones aplicadas, se probó trabajar a 10 km/h, alcanzando una reducción de las pérdidas por cabezal del 38%, lo cual indica que al acelerar casi un 27% la velocidad de giro de las cadenas alzadoras, evitó cortar tallos y desgarrar espigas. Por otra parte, las regulaciones en el sector de trilla mejoraron el colado de los granos, reduciendo las pérdidas por cola en casi un 35%.

Posteriormente, se elevó la velocidad de avance de 10 a 11,5 km/h; en estas condiciones de trabajo las pérdidas por cabezal, si bien aumentaron casi un 49%, se redujeron a la mitad respecto de las observadas con la regulación inicial. De la misma manera, las pérdidas por cola también aumentaron un 51%, pero se redujeron un 35% con respecto a las producidas con la regulación inicial.



A pesar de un incremento del 50% en las pérdidas totales registradas a 11,3 km/h respecto de las regulaciones iniciales, éstas fueron todavía inferiores a las máximas tolerables para éste cultivo (150 kg/ha), alcanzando un Índice de alimentación de granos (IAG) por sobre las 90 Tn/h; siendo éste un 13,4% superior al mejor registro logrado a 10 km/h, con las regulaciones iniciales aplicadas por el productor.

De esta manera el hecho de poder trabajar a 11,3 km/h, permitió un incremento en la capacidad de trabajo de 0,9 ha/h, respecto de hacerlo a 10 km/h; posibilitando cosechar 7,2 ha más por jornada de 8 horas. Esta mayor capacidad por jornada, permitiría un aumento en el acopio diario de 93,6 toneladas.

Por otra parte, un flujo de cosecha de 93 Tn/h a 11,3 km/h, posibilitaría llenar un camión semirremolque de 30 toneladas de capacidad cada 20 minutos, lo cual es muy promisorio; dado que, con la configuración de fábrica (estándar) no podía superar 1,5 equipos por hora (50 – 53 t/h), trabajando a 6 – 6,5 km/h en un cultivo con similar rendimiento (13 t/ha) y al límite de las pérdidas de cosecha.

Cabe mencionar que solo se trabajó con el eje de mando cabezal a 650 rpm durante el ensayo de MP. Posteriormente, el productor redujo a 600 rpm la velocidad de dicho mando, dado que según su opinión es factible generar recalentamiento en la caja de mando plataforma y en las cajas de los rolos espigadores del cabezal maicero; por la combinación de alta velocidad de rotación y exceso de consumo de potencia. Por ello, luego del ensayo, mantuvo una velocidad de avance entre 9 y 10 km/h. De esta manera, trabajaba con pérdidas de cosecha reducidas y sin riesgos de originar desgastes prematuros en el variador de velocidad y el cabezal.

Posiblemente se hubiese podido mantener el ritmo de trabajo entre 10 y 11 km/h a 650 rpm en el eje mando cabezal, porque no estaba consumiendo potencia en exceso; dado que la empresa JD comercializaba cabezales de hasta 14 líneas, para el modelo de la cosechadora ensayada (Maquinac, 2015).

La calidad de los granos recolectados para la condición de regulación inicial (realizada por el productor), fue tipificada como Grado 2 por presencia de materia extraña mayor al 1,5%, a pesar que la cantidad de granos quebrados era de menos del 2%. Es por ello que, una de las regulaciones implementadas en la evaluación final, fue elevar las rpm en la turbina del sistema de limpieza, tal como lo muestra la Tabla 2; permitiendo finalmente reducir la materia extraña al 1% para poder tipificar en Grado 1, Resolución 1075/94 (Infoleg, 1994). De esta manera, esta tipificación le permitió al productor realizar su comercialización directa a puerto.

Respecto de la utilización del combustible de la cosechadora JD en este ensayo, fue aproximadamente de 56 l/h de trabajo, o sea, 7,8 l/ha recolectada; lo cual representa un consumo de 1,3 litros por tonelada de grano cosechado.



Si analizamos la eficiencia del uso de la potencia motriz de la cosechadora CLAAS Lexion 760 TT (Clase VIII), respecto del IAG logrado en la prueba que le mereció el Record Guinness, fue 0,31 t/h/hp motor. Mientras que la cosechadora JD 9760 STS (Clase VI), con todas las mejoras realizadas y las regulaciones finalmente practicadas, logró una eficiencia de uso de su planta motriz de 0,3 t/h/hp motor.

CONCLUSIONES

La cosecha temprana permitió realizar la zafra en un cultivo aún con plantas quebradas en manchones, pero con buena inserción de las espigas en sus tallos, reduciéndose las posibilidades de desprendimiento durante su captación.

Es importante destacar el buen comportamiento del cabezal maicero, el cual tuvo la capacidad de levantar correctamente las plantas plegadas o muy inclinadas y coleccionar sus mazorcas con bajas pérdidas, respondiendo correctamente a las regulaciones que se les hicieron durante el ensayo.

El productor reconoce un aumento de capacidad de trabajo de un 14%, con las mejoras en la regulación del cabezal y en el sector trilla de la cosechadora en el ensayo de MP, por sobre sus regulaciones iniciales en este ensayo.

De haber contado con un cabezal de mayor ancho de captación (14 líneas a 0,52 m), posiblemente se hubiese podido aumentar el límite de la capacidad de trabajo en el ensayo de MP, sin necesidad de trabajar a elevadas velocidades de avance y por ende altas velocidades de giro de las cadenas alzadoras.

Si comparamos la capacidad de trabajo de la cosechadora JD 9760 STS en su condición original (según comentario del productor), con los resultados de este ensayo de máxima performance, permitiría inferir un aumento del 75% de dicha capacidad, en un lote con rendimiento en grano semejante. De esta manera se ha logrado duplicar, la necesidad de equipos de transporte de granos, para el acopio por hora de cosecha, respecto de la misma máquina en su condición original (estándar).

En cuanto a la eficiencia de la utilización del combustible del motor de la cosechadora JD 9760 STS en el ensayo MP, éste fue un 50% menor al consumo del motor Caterpillar, de la cosechadora CLAAS Lexion 760 TT, por tonelada recolectada.

Finalmente, si analizamos la eficiencia del uso de la potencia motriz, por tonelada cosechada y por hora de ambas cosechadoras, la CLAAS Lexion 760 TT (Clase VIII) fue un 1% superior a la JD 9760 STS (Clase VI) en el ensayo MP.



AGRADECIMIENTOS:

A los señores Diego y Nilo Guglielmone, de la localidad de Humberto Primo (Sta. Fe), productores agropecuarios y propietarios de la cosechadora JD 9670 STS y del lote de maíz cosechado. También al Sr. Juan Junco por permitirnos intervenir en su taller de reparaciones y compatibilizar las reformas probadas.

BIBLIOGRAFÍA.

- BIRT LH, CIFP. Centro de aprendizajes virtuales y digitalizados. Gobierno Vasco. 2020. DPM01. Transmisión del movimiento en las máquinas. 4.4.4.- Variadores de velocidad. con entre-eje fijo.
https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/DPM/DPM01/es_DFM_DPM01_Contenidos/website_444_variadores_de_velocidad.html
- Bragachini y Peiretti, 2009. Clasificación internacional de cosechadoras. Actualización Técnica N° 38. INTA EEA. Manfredi 8 p.
- Bragachini et al., 2014. Cosecha de maíz con valor agregado en origen. Actualización Técnica N° 83. INTA EEA. Manfredi 31 p.
- Deere & Company, 2008. Cabezales para maíz Serie 600 C. Sección: 20 - Acople y separación. Acoplamiento del cabezal para maíz al alimentador de mies.
http://manuals.deere.com/omview/OMH238338_63/?tM=HO Accedido el 20/05/2020.
- Deere & Company, 2013a. Velocidades de funcionamiento. Velocidad del eje inferior alimentador.
http://manuals.deere.com/omview/OMCQ74937_63/OUO6075,000085B_63_2_0070809.html. Accedido el 20/05/2020
- Deere & Company, 2013b. Cabezales de maíz serie 600C (n.º de serie 765001). Sección 45 - Ajustes — Cabezal de maíz. Ajuste de las ruedas dentadas de la transmisión de la unidad de hileras SOLO con transmisión de velocidad fija.
http://manuals.deere.com/omview/OMHXE69724_63/?tM=HO Accedido el 20/05/2020.
- Deere & Company. 2020. Cosechadoras John Deere. Serie 700. <http://docplayer.es/112628593-Serie-70-sts-cosechadoras-john-deere.html> Accedido el 20/05/2020.
- Ferraguti, F., Castellarín, J., Papa, J.C. y Rubin, D. 2010. ¿Qué es el Green Snap o quebrado en verde del tallo del maíz? PARA MEJORAR LA PRODUCCION 44 - INTA EEA OLIVEROS. pp.: 53-57
- Giordano, J., 2012. Origen y soluciones de las pérdidas de granos por cabezal, en la cosecha de maíz. Información técnica. Cultivos de verano Campaña 2012. Publicaciones misceláneas N° 124. INTA EEA. Rafaela. 6 pág.



- Guinness World Record. 2009. En: <https://www.guinnessworldrecords.es/world-records/largest-amount-of-corn-harvested-by-a-single-combine-harvester-in-eight-hours>. Accedido 20/05/2020.
- Infocampo, 2019. Internacionales. La LEXION 760 de CLAAS cosechó 1.620 toneladas en 12 horas y rompió un récord Guinness. Publicado 08.01.2019. <https://www.infocampo.com.ar/la-lexion-760-de-claas-cosecho-1-620-toneladas-en-12-horas-y-rompio-un-record-guinness/> Accedido el 20/05/2020.
- INTA Rafaela. 2018. Boletín Agro meteorológico. Planillas mensuales, toma de datos diarios.https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_rafaela_agrometeorologia_diciembre_2018.pdf Accedido el 20/05/2020.
- INTA Rafaela. 2019. Boletín Agro meteorológico. Planillas mensuales, toma de datos diarios.https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_rafaela_informe_agromet_marzo_2019.pdf Accedido el 20/05/2020.
- INTA Siga2. 2018. Sistema de información y gestión agro meteorológica. Datos (actuales e históricos). Estación meteorológica INTA de Tipo convencional Instrumentación Completa - Rafaela (EMC), Identificación NH0098. <http://siga.inta.gob.ar/#/data> Accedido el 20/05/2020
- Maquinac, 2015. Serie 600C Cabezales maiceros John Deere. Facilidad de uso y operación. Transmisión. <https://www.maquinac.com/wp-content/uploads/2015/01/Cabecal-maicero-John-Deere-600C-Folleto.pdf> Accedido el 20/05/2020.
- Infoleg. 1994. Resolución 1075/94. Norma de Calidad para la Comercialización de MAIZ - ANEXO XII. NORMA XII. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. SANIDAD VEGETAL. República Argentina. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/28301/norma.htm> Accedido el 20/05/2020.



EFFECTO DE LA HIPOXIA SOBRE ASPECTOS MORFOLÓGICOS EN ALFALFA

VIGROUX, M.C.¹; LIFSCHITZ, M.E.²; PAGNUCCO, M.E.¹; GIORDANO, M.C.²; PISANI, J.M.¹;
TOMÁS, M.A.²

¹INTA EEA Rafaela. ²IDICAL INTA-CONICET
* Autor de contacto: vigroux.matias@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es el principal cultivo en los sistemas pastoriles ganaderos/lecheros de la zona centro de Santa Fe, donde encuentra un ambiente favorable para su desarrollo (Basigalup, 2007). Una de las limitantes que se presenta es el efecto negativo que se produce en los cultivos por el ascenso ocasional de la capa freática (Villar, 2017). Cuando la napa alcanza la zona de desarrollo radicular de la planta, provoca hipoxia ya que impide la circulación libre del oxígeno (Capon et al., 2009). Esta condición durante un período prolongado de tiempo provoca la muerte de la planta, lo que conlleva a la reducción en el rendimiento pudiendo ocasionar incluso la pérdida total o parcial del cultivo.

Evaluar el efecto de la napa sobre el cultivo de alfalfa resulta difícil debido a que en un sistema natural interactúan muchos factores. Por otro lado, el nivel de altura de napa es dinámico, lo que haría necesaria una evaluación extendida en el tiempo. Por esta razón, es frecuente utilizar aproximaciones experimentales para someter a las plantas al estrés y aislar los factores de interés de otros que puedan estar interfiriendo. Estos sistemas son ampliamente utilizados dado que permiten evaluar un gran número de plantas simultáneamente y verificar fehacientemente que todas estén sometidas a la misma condición (Quero et al., 2013). Para simular condiciones de hipoxia en invernadero, se utiliza un sistema de hidroponía con solución nutritiva a la cual se le adiciona agar agar (0,1%). El agar evita los movimientos convectivos en la solución e incrementa los niveles de etileno en la zona de raíces tal como sucede en un suelo bajo condiciones de anegamiento (Wiengweera et al., 1997)

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta de dos cultivares de alfalfa a la hipoxia en condiciones de hidroponía analizando caracteres morfológicos, cambios en la producción y partición de biomasa y visualizar respuestas al estrés. Los cultivares utilizados fueron Trafal PV INTA (GRI=9.5) caracterizada por tener mayor plasticidad y Limay PV INTA (GRI=9) recomendado para suelos pesados, de textura fina y con alto contenido de arcilla.



MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la EEA INTA Rafaela (31°11'41" S, 61°29'55" O) en un sistema hidropónico en invernadero bajo condiciones controladas, con una temperatura promedio de 21,9 °C durante los 15 días de duración. En un diseño en bloques completamente aleatorizado con 4 bloques y 3 repeticiones por bloque se ensayaron dos condiciones, control (C) e hipoxia (H) y dos cultivares, Limay PV INTA y Trafal PV INTA. Las plantas crecieron en hidroponía en solución nutritiva Hoagland (Hoagland y Arnold, 1950). Para el tratamiento de hipoxia se le agregó agar agar al 0,1%. Las plántulas de alfalfa, obtenidas de semillas, se pasaron a hidroponía cuando tenían 3 hojas, de manera que cada repetición estaba formada por una maceta con 20 plántulas dispuestas en dos filas, la mitad correspondiente al cultivar Limay y la otra mitad a Trafal.

Las plántulas se pesaron individualmente antes de colocarse en las macetas que contenían solución nutritiva. Las macetas se mantuvieron aireadas durante 7 días para la aclimatación de las plántulas y luego se dio comienzo a los tratamientos, con aireador de O₂ en la condición C (8 ppm), y en H se cambió la solución por otra con agar en la que se había reducido el oxígeno disuelto hasta una concentración de 2 ppm (Wiengweera et al., 1997). La concentración de oxígeno en solución se controló cada 2 días.

Al final del período de evaluación se determinó para cada planta el peso fresco radicular (PFR) y peso fresco aéreo (PFA). Todas las muestras fueron llevadas a estufa a 60°C por 72 hs. Luego se pesaron todas las muestras en seco para obtener los siguientes parámetros: peso seco radicular (PSR), peso seco aéreo (PSA), relación hoja/tallo, relación aéreo/raíz, % de materia seca (% MS): $\%MS = \frac{\text{Peso Seco}}{\text{Peso Fresco}} * 100$. En cada maceta, en tres plantas elegidas al azar de cada cultivar, se retiraron las hojas, que después de ser escaneadas para determinar su área, se llevaron a la estufa hasta peso constante, se pesaron y a partir de esos datos se calculó el área foliar específica (AFE).

Y, por último, se estimó el porcentaje de daño causado por la condición hipoxia a través de la siguiente ecuación: $DV\% = \frac{(V_{control} - V_{hipoxia})}{V_{control}} * 100$

En la ecuación, DV% es el daño porcentual de la variable V que sufre cada individuo bajo la condición de estrés, V control es el promedio de la variable en la condición control para cada bloque en cada cultivar, V hipoxia es el valor de la variable en hipoxia para cada individuo.

Los datos obtenidos de las variables medidas se analizaron mediante un ANOVA con dos factores: cultivar y condición. Se comprobaron los supuestos de normalidad y heterocedasticidad para todas las variables medidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plántulas de alfalfa bajo condiciones de hipoxia tuvieron menor crecimiento respecto de las plantas en condición aireada, en los dos cultivares evaluados. No hubo interacción entre las variables analizadas ($p > 0,05$).



Con respecto al peso seco radicular, la producción de biomasa se redujo significativamente con la hipoxia ($p < 0,05$). El cultivar Trafal produjo mayor biomasa tanto en control como hipoxia que el cultivar Limay ($p < 0,05$) (Figura 1a).

En cuanto al peso seco aéreo, se observaron diferencias significativas entre condiciones y también entre cultivares ($p < 0,05$) (Figura 1b). Como en el caso de raíz, el cultivar Limay acumuló significativamente menos biomasa en control que Trafal ($p < 0,05$), aunque no se detectaron diferencias significativas entre cultivares para la condición hipoxia, el cultivar Limay produjo menos biomasa ($p > 0,05$). Como los resultados fueron similares en los pesos frescos, solo se muestran las variables en seco.

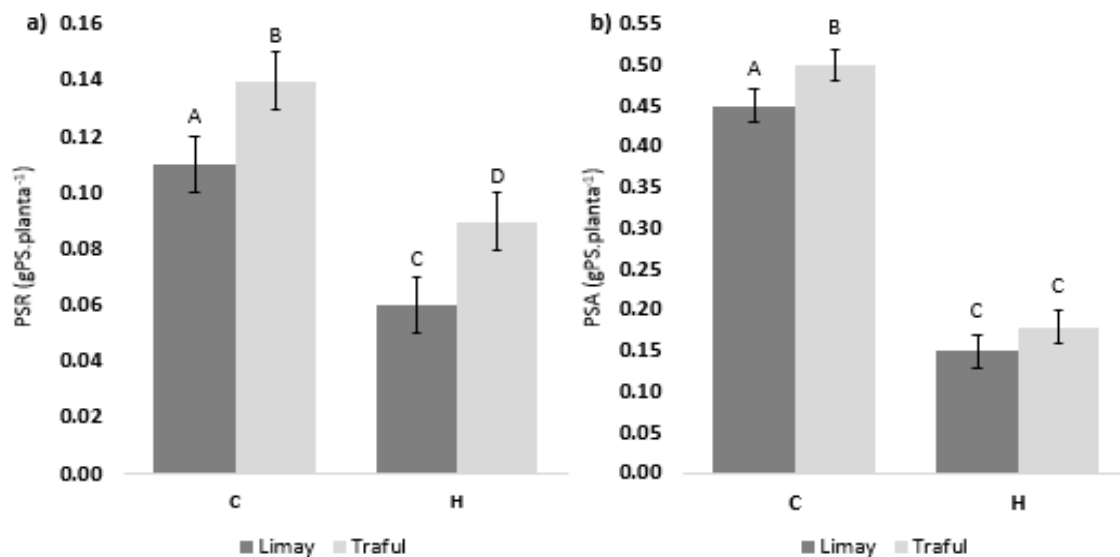


Figura 1. Peso seco radicular (PSR, gPS.planta⁻¹, a); Peso seco aéreo (PSA, gPS.planta⁻¹, b) para dos cultivares (Limay PV INTA y Trafal PV INTA) en dos condiciones control (C) e hipoxia (H). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

La relación hoja/tallo no mostró diferencias significativas entre cultivares y no lo hizo tampoco entre tratamientos ($p > 0,05$) (Figura 2a). En cuanto a la relación aéreo/radicular, se observó que cuando las plantas estuvieron bajo hipoxia, dicha relación disminuyó significativamente ($p < 0,05$). En general, las raíces de las plantas adaptadas a condiciones de hipoxia tienen mayor diámetro, aun cuando no se reduzca su biomasa, lo que conlleva a la disminución del área de raíz disponible para absorber nutrientes y posteriormente reduce también la producción de biomasa aérea (Lambers, et al 1998). Y con respecto a los cultivares, en condiciones control se observó una mayor relación aéreo/raíz en Limay ($p < 0,05$), pero bajo hipoxia, ambas variedades mostraron no tener diferencias significativas entre ellas ($p > 0,05$) (Figura 2b). La diferencia entre cultivares en partición de biomasa sugiere mayor asignación a raíces en Trafal, tal vez debido a su mayor plasticidad, mientras que Limay, asigna más biomasa a la parte aérea.

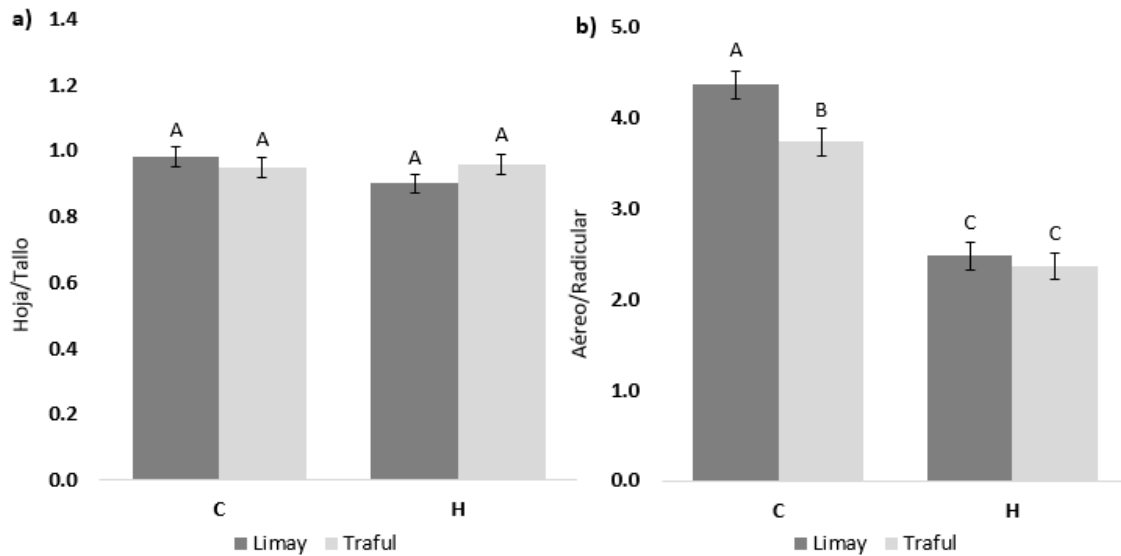


Figura 2. Relación hoja/tallo, a; Relación aéreo/radicular, b para dos cultivares (Limay PV INTA y Trafal PV INTA) en dos condiciones control (C) e hipoxia (H). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

El % MS aumentó significativamente cuando las plantas estuvieron bajo estrés (hipoxia) ($p < 0,05$). No se observaron diferencias significativas en ninguna de las condiciones entre los cultivares ($p > 0,05$), sin embargo, bajo la condición de hipoxia Trafal presentó valores más altos (Figura 3a). El incremento del porcentaje de materia seca (menor contenido de humedad) en ambos cultivares denota cambios en el estado hídrico de las plantas sometidas a estrés.

En cuanto al AFE, se encontraron diferencias significativas entre condiciones; las plantas bajo hipoxia disminuyeron su AFE en ambos cultivares ($p < 0,05$); sin embargo, la reducción en la expansión foliar es comúnmente asociado a la condición de estrés por falta de agua (Lambers et al. 1998), y eventualmente se visualiza en la reducción del AFE que se relaciona con paredes celulares más gruesas y mayor densidad del tejido. Dentro de cada condición, si bien Trafal mostró valores levemente superiores, las diferencias fueron no significativas entre cultivares ($p > 0,05$) (Figura 3b). La disminución observada en el área foliar específica de ambos cultivares afecta directamente la producción de biomasa dado que existe evidencia de una fuerte relación entre el área foliar específica y la tasa de crecimiento del cultivo (Osone et al., 2008).

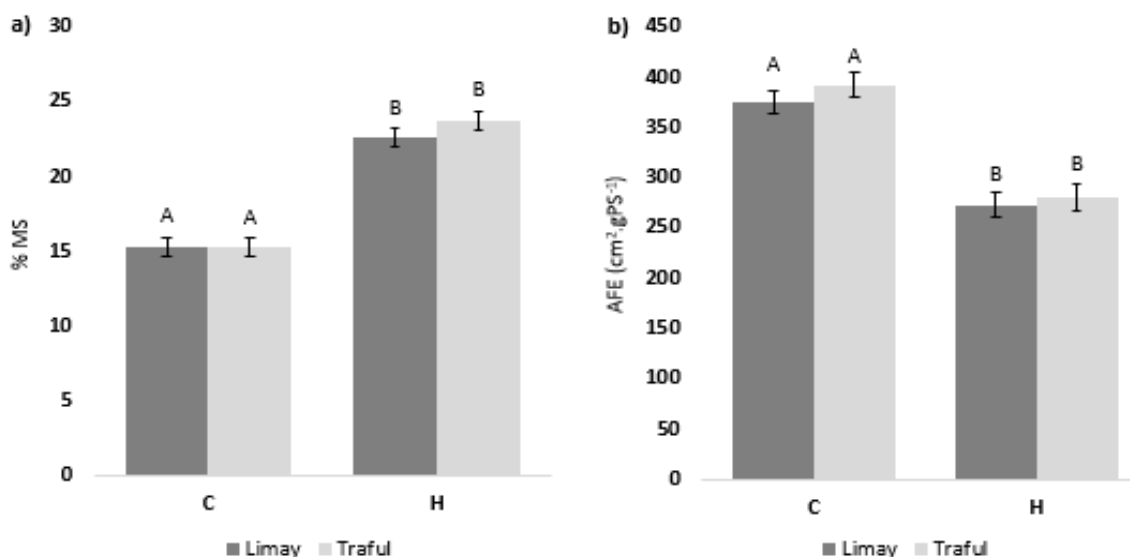


Figura 3. % Materia seca (% MS, a); Área foliar específica (AFE, cm²gPS⁻¹, b). para dos cultivares (Limay PV INTA y Trafal PV INTA) en dos condiciones control (C) e hipoxia (H). Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

No se detectaron diferencias entre cultivares en los daños causados por la condición de hipoxia tanto en raíz (Figura 4a), como en parte aérea (p>0,05) (Figura 4b).

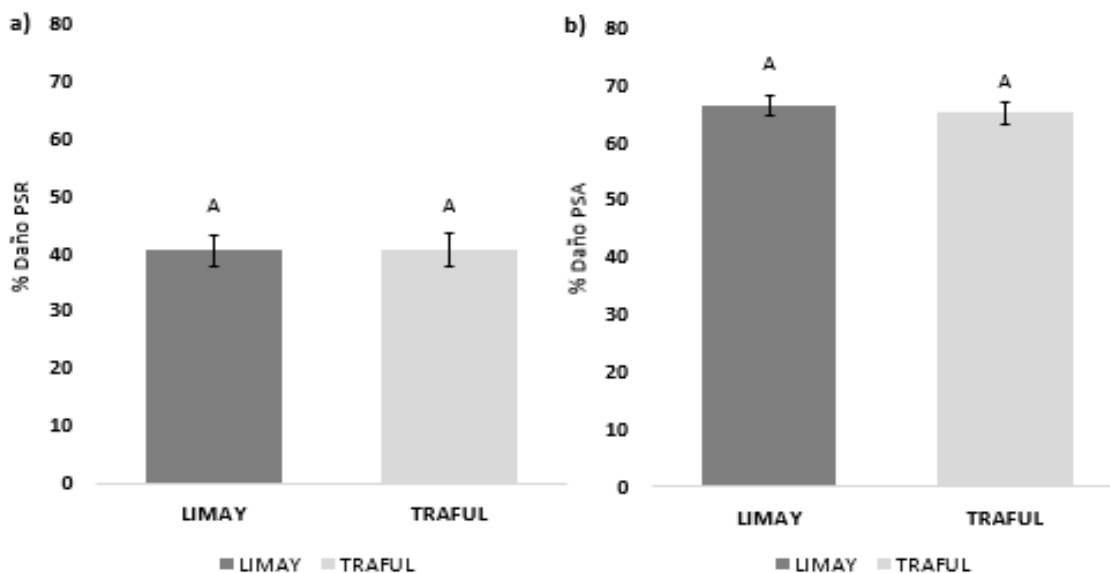


Figura 4. % Daño en el peso seco radicular (% Daño PSR, a); % Daño en el peso seco aéreo (% Daño PSA, b) para dos cultivares (Limay PV INTA y Trafal PV INTA) en dos condiciones control (C) e hipoxia (H). Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).



La condición de hipoxia afectó la producción de biomasa en ambos cultivares de alfalfa que se evidencia a través del porcentaje de daño, estimado en la reducción en crecimiento bajo estrés con respecto al control. Los valores de daño fueron de 65,7% y 40,4% para PSA y PSR, respectivamente (Figura 4). Estos valores son similares a los observados en con otras especies de leguminosas forrajeras (Kotula et al., 2019). Esta reducción en crecimiento estaría relacionada a cambios en el metabolismo energético de las plantas por una menor concentración de O₂ en el medio (Colmer y Voesenek, 2009).

CONCLUSIÓN

Por lo observado en los cultivares de alfalfa evaluados, podemos concluir que los cambios producidos a nivel morfológico que se generan frente a condiciones de hipoxia, impactan negativamente en el rendimiento en biomasa del cultivo tanto en biomasa aérea como radicular. Aunque la producción de biomasa siempre fue mayor en el cultivar Trafal que en Limay, ambos cultivares redujeron la producción de biomasa en condición de hipoxia, y esa reducción fue más acentuada en el caso de la biomasa radicular.

BIBLIOGRAFÍA

- Basigalup D. H. 2007. El cultivo de alfalfa en la argentina. Buenos Aires: Ediciones INTA 2007. ISBN: 978-978-521-242-8.
- Capon S.J., James C.S., Williams L., Quinn G.P. 2009. Responses to flooding and drying in seedlings of a common Australian desert floodplain shrub: *Muehlenbeckia florulenta* Meisn. (tangled lignum). *Environmental and Experimental Botany* 66:178–185.
- Colmer T. D. y Voesenek, L. A. 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology* 36:665-681
- Hoagland D.R y Arnold D.Y. 1950. The water culture method for growing plant without soil. *California Agric. Exp. Estm. Circ.* 347:1-32
- Kotula L., Huey Y., Phillip G. 2019. Tolerance and recovery of the annual pasture legumes *Melilotus siculus*, *Trifolium michelianum* and *Medicago polymorpha* to soil salinity, soil waterlogging and the combination of these stresses. *Plant soil* 444:267–280. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04254-z>.
- Lambers H. Stuart Chapin F., Pons T. 1998. *Plant physiological ecology*. Springer-Verlag New York Inc. 540 pags.
- Osone Y, Ishida A, Tateno M. 2008. Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots. *New Phytologist* 179(2):417-427. doi:10.1111/j.1469-8137.2008.02476.x.
- Quero G. E., Borsani O., Gutiérrez L., Melchiorre M., Monza J., Lascano R. 2013. Sistemas de fenotipado para la evaluación de las respuestas al estrés salino en Lotus. *Agrociencia Uruguay - Volumen 17* 1:11-21.
- Villar, J. L. 2017. Simulación de la evolución del nivel freático en el centro de la provincia de Santa Fe. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. Campaña 2017. INTA EEA



Rafaela. Información técnica de trigo y otros cultivos de invierno. Publicación Miscelánea N°133 pág. 1-8.

Wiengweera A, Greenway H, Thomson C.1997. The use of agar nutrient solution to simulate lack of convection in waterlogged soils. *Annals of Botany* 80:115–123.



PRODUCCION DE BIOMASA Y CONTENIDO DE AGUA EN PLÁNTULAS DE *Panicum coloratum* BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD E HIPOXIA

LIFSCHITZ M. E.^{1*}; GRUNBERG K.²; ZABALA J. M.³ y TOMAS M. A.¹

¹IDICAL INTA-CONICET. ²IFRGV UDEA. INTA-CONICET Córdoba. ³FCA UNL.
*Autor de contacto: lifschitz.mauro@inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

La salinización de los suelos es uno de los estreses abióticos de mayor importancia para la producción agrícola en regiones áridas y semiáridas del mundo. Argentina es el país con mayor porcentaje de tierras salino-sódicas en Latinoamérica (FAO, 2009). La presencia de sal en el suelo puede afectar a las plantas en dos etapas. En la primera, el incremento de sales en la proximidad de la raíz dificulta la absorción de agua por parte de las mismas, lo cual se refleja en el estado hídrico de las plantas o contenido relativo de agua (CRA); es decir, las plantas tienden a perder agua, por esto, deben mantener un bajo potencial osmótico interno (Rodríguez et al., 2019). En la segunda etapa, más lenta, la acumulación de iones específicamente sodio (Na⁺) y cloruro (Cl⁻) en hojas provoca efectos tóxicos (Munns, 2005). Es frecuente que áreas afectadas por salinidad sufran además anegamientos periódicos, ya sea por acumulación de agua en el suelo luego de un período de precipitaciones o por la presencia de la napa freática cercana a la superficie, con una elevada concentración de sales (Gorgas y Bustos, 2008). En estos casos, además de la salinidad, las plantas enfrentan un déficit en la disponibilidad de oxígeno, generando una condición de hipoxia en la zona de raíces. Estos estreses combinados interactúan en sus efectos en caracteres fisiológicos, anatómicos y morfológicos (Barrett-Lennard, 2003; Striker et al., 2015). Sin embargo, la naturaleza de esta interacción depende de factores como, edad de la planta, genotipo y susceptibilidad o tolerancia frente al estrés (Silva et al., 2010). Una forma de evaluar el efecto de la combinación de estreses es comparar el impacto de los estreses separadamente y en combinación para comprender el tipo de interacción (Striker et al. 2015), estos estudios se han incrementado en los últimos años. Se ha demostrado que la respuesta a la combinación de diferentes estreses es única y no puede extrapolarse de los estreses aplicados de forma individual (Mittler et. al. 2006). En este sentido, es importante estudiar la respuesta de las plantas utilizadas como recurso forrajero en zonas con las condiciones antes mencionadas. Un ejemplo de estas especies es *Panicum coloratum* L., una gramínea ampliamente utilizada en ambientes con limitantes edáficas. En Argentina las variedades más difundidas de la especie son: *var. coloratum*, desarrollándose en suelos arenosos y tolerante a las heladas siendo el cultivar “Klein” el más difundido y, *var. makarikariense*, adaptada a suelos arcillosos, en áreas con variabilidad climática de ciclos alternados de sequía y anegamiento, variedad a la que pertenece el cultivar “Kapivera INTA” desarrollado en la EEA INTA Rafaela (Giordano et. al. 2013).



Evaluar a campo la respuesta de las plantas a un estrés combinado de salinidad e hipoxia resulta complejo, debido a que bajo estas condiciones es difícil aislar los estreses bajo estudio de otros factores que puedan influir en la respuesta. En general, los suelos salinos pueden también tener un componente de sodicidad, alcalinidad o factores que impiden el crecimiento de las raíces por estructura columnar de los suelos sódicos, condiciones de óxido reducción, etc. (Lavado, 2007). Por otro lado, las situaciones de anegamiento son dinámicas lo que conllevaría una evaluación extendida en el tiempo. A raíz de esto, el grupo de mejoramiento genético y producción de semillas forrajeras de la EEA INTA Rafaela, cuenta con un sistema experimental de hidroponía donde es posible simular condiciones de salinidad, hipoxia o la combinación de ambas, sistema ampliamente utilizado para la caracterización de un gran número de individuos (Quero, et al. 2013; Striker et al., 2015). El objetivo de este trabajo fue determinar los cambios en la producción de biomasa, asignación de recursos y el contenido de agua en cultivares comerciales de cada una de las variedades de *Panicum coloratum* L. bajo condiciones de salinidad, hipoxia y salinidad + hipoxia en un sistema de hidroponía.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en un sistema hidropónico con solución nutritiva Hoagland (Hoagland y Arnold 1950) en invernadero (26,4°C; 18,1°C, temperatura promedio diurna y nocturna, respectivamente). Se evaluaron dos cultivares de *Panicum coloratum* L. pertenecientes a la variedad *makarikariense* (cv. Kapivera INTA) y *var. coloratum* (cv. Klein). Se realizó un diseño en bloques completamente aleatorizados con 6 repeticiones y 4 plántulas por repetición. Plántulas de 3 hojas fueron sometidas durante 22 días a condiciones de salinidad (150 mM NaCl), hipoxia (<2 mg/L O₂), una combinación de hipoxia y salinidad (<2 mg/L O₂ + 150 mM NaCl) y control (0 mM NaCl + >8 mg/L O₂). Al final del periodo de estrés las plantas fueron separadas en parte aérea y radicular para determinar la relación PF aéreo / PF radicular y se evaluó la producción de biomasa fresca total (g PF. Plantula⁻¹), además se determinó el contenido agua (%CA) calculado como ((PFT-PST) / PFT) * 100, siendo PFT y PST, peso fresco total por planta y peso seco total por planta, respectivamente. Los datos de la variable peso fresco total (PFT) fueron transformados (log₁₀) para normalizarlos y poder emplear ANOVA. Todos los datos fueron sometidos a un análisis de la varianza (ANOVA).

Sistema experimental

La hidroponía es un sistema ampliamente utilizado para el estudio de las respuestas de las plantas a diferentes condiciones de crecimiento (Quero, et al. 2013). En el sistema de hidroponía las plantas crecen con las raíces en un medio acuoso con solución nutritiva que es ventilado mediante aire que se burbujea a través de un tubo de goma. Para establecer el tratamiento salino, se procedió al agregado de NaCl a la solución de manera gradual a razón de 50 mM por día de NaCl hasta lograr una concentración de 150 mM de NaCl. Para el tratamiento de hipoxia la solución nutritiva fue reemplazada por otra solución que, además de contener nutrientes (Hoagland y Arnon, 1950), contenía una concentración de agar agar (0,1%), para impedir el movimiento convectivo del agua y así disminuir la concentración de oxígeno, generando la hipoxia del medio (<2 mg/L O₂) (Wiengweera



et al., 1997). Para el tratamiento donde se combinó la salinidad y la hipoxia, luego de un periodo de aclimatación de las plantas al sistema hidroponía de 5 días y después de haber alcanzado la concentración salina final mediante el agregado gradual de NaCl, se procedió al reemplazo de la solución nutritiva por una conteniendo agar agar (0,1%) y NaCl (150 mM) con reducida concentración de oxígeno. El período de evaluación de 22 días comenzó luego de alcanzada la concentración final de NaCl.

RESULTADOS

En cuanto al peso fresco total ambos cultivares se comportaron de forma similar, no se detectó interacción significativa cultivar x condición ($p > 0,05$). La diferencia entre condiciones fue significativa ($p < 0,05$) (Fig. 1 izquierda). El tratamiento de hipoxia (H) fue el menos afectado, seguido por los tratamientos de salinidad (S) y salinidad + hipoxia (S+H), sin mostrar diferencias significativas entre estos últimos. En cuanto a la partición de biomasa entre la parte aérea y la radicular, esta relación no se modificó en hipoxia respecto al control, aunque se redujo significativamente por efecto de la salinidad y la combinación salinidad-hipoxia (Fig. 1 derecha).

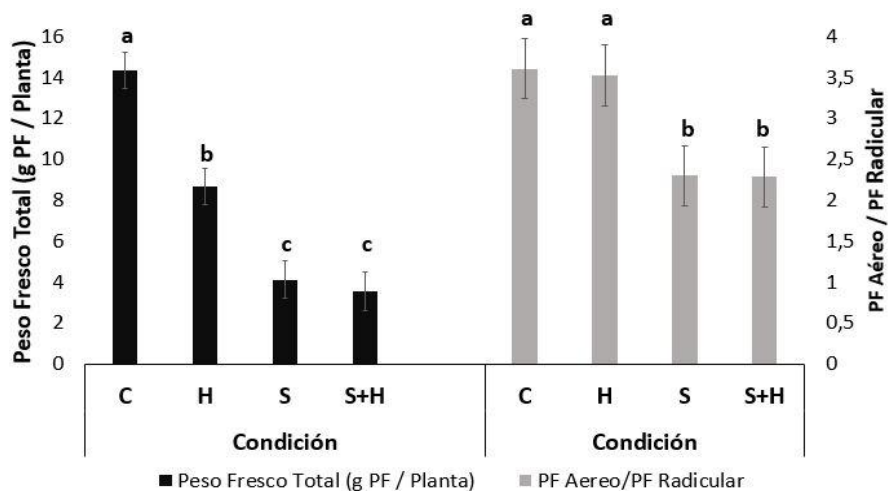


Figura 1: Peso fresco total por planta (g, izquierda) y relación entre el peso fresco aéreo y peso fresco radicular (derecha) en plantas de *Panicum coloratum* cv. Kapivera INTA y Klein creciendo en condiciones control (C), hipoxia (H), salinidad (S) y salinidad + hipoxia (S+H) durante 22 días. Letras diferentes indican diferencias significativas entre condiciones ($p < 0,05$).



En el contenido de agua de las plántulas sometidas a estrés, se observaron diferencias entre cultivares ($p < 0,05$) y entre condiciones ($p < 0,05$), no existiendo interacción cultivar x condición ($p > 0,05$). El cultivar Kapivera INTA presentó significativamente mayor contenido de agua (89,1%) que el cultivar Klein (87,5 %) ($p < 0,05$). En cuanto a las condiciones de estrés, los tratamientos de salinidad y salinidad + hipoxia, sin diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$) presentaron un menor contenido de agua ($p < 0,05$) que los tratamientos control e hipoxia y no se detectaron diferencias significativas entre estos últimos ($p > 0,05$) (Figura 2).

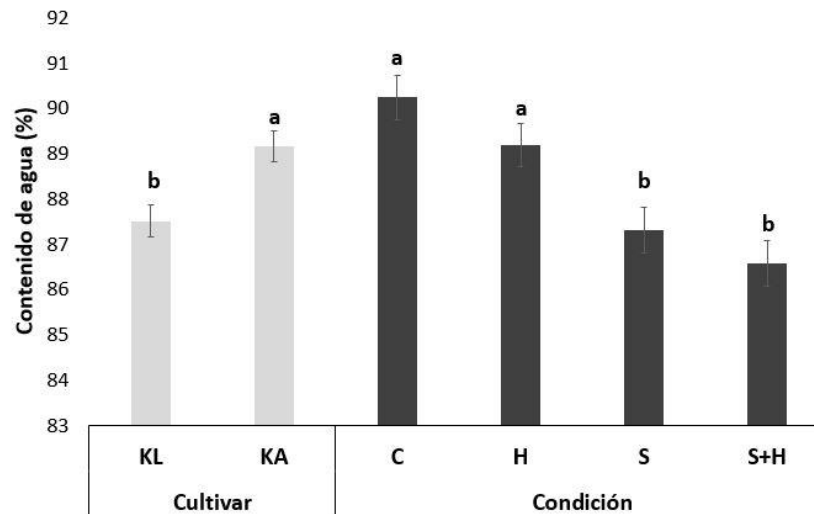


Figura 2: Contenido de agua (%) en plantas de *Panicum coloratum* cv. Kapivera INTA (KA) y cv. Klein (KL) (izquierda) creciendo durante 22 en condiciones control (C), hipoxia (H), salinidad (S) y salinidad + hipoxia (S+H) (derecha). Letras diferentes indican diferencias significativas entre condiciones ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo mostraron que la condición de hipoxia afecta a las plantas en menor medida que las condiciones de salinidad y salinidad combinada con hipoxia. Es decir, aunque la hipoxia representa una condición de estrés para la especie, la reducción en el crecimiento es notablemente menor a las producidas cuando las mismas están sometidas a salinidad. Es de destacar que la mayor tolerancia a la hipoxia por sobre los tratamientos en los que interviene la salinidad es equivalente en los dos cultivares ensayados. La relativa tolerancia a la hipoxia es de la misma magnitud entre cultivares, aun cuando los mismos pertenecen a dos variedades diferentes con distintas características en cuanto a su origen, distribución y rango de adaptación a diferentes estreses (Armando et al., 2013).

La tolerancia a la hipoxia podría estar relacionada a la presencia de aerénquima en raíces que fue reportada en plantas de *Panicum coloratum* var. *coloratum* sometidas a anegamiento (Imaz et al., 2013). El aerénquima es un tejido con grandes espacios intercelulares que proporciona una vía para facilitar el transporte de O_2 desde los brotes hacia las raíces (Colmer y Voeselek 2009).



Las condiciones en las que estuvo presente la salinidad (salinidad aireada y salinidad + hipoxia) fueron más afectadas que la condición de hipoxia y no se detectaron diferencias significativas entre ellas, en ninguna de las variables analizadas. En los dos cultivares de *Panicum coloratum* estudiados, la combinación de estreses (S+H), mantuvo los valores de producción de biomasa respecto de la condición salina aireada, tal como fue reportado en otras especies como *Melilotus siculus* y *Trifolium michelianum* (Striker et al., 2015). Así, se ha sugerido que, para especies que carecen de un grado de adaptación a condiciones de salinidad o hipoxia, la combinación de estreses puede resultar en una interacción adversa afectando la supervivencia de las plantas (Barret-Lennard, 2003). En algunos casos, el efecto de los estreses combinados podría llegar a ser mayor que los efectos de cada uno de los estreses por separado.

Respecto a la partición de la biomasa, la condición de hipoxia no afectó la asignación de recursos entre parte aérea y radicular en ambos cultivares de *Panicum coloratum* L., aun cuando podrían esperarse cambios en biomasa asignada a raíces. Por su parte, la presencia de salinidad en el medio si modificó la partición, aumentando la asignación de recursos hacia las raíces. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Cardamone et. al. (2018) para genotipos de *Panicum coloratum* var. *makarikariense* tolerantes a salinidad, donde se observó una mayor asignación de recursos hacia raíces por parte de los individuos cuando estos crecían en condición salina. Esta característica es crucial en áreas salinas ya que la principal función del sistema radicular es captar agua y nutrientes. Por otro lado, las condiciones de salinidad y salinidad + hipoxia presentaron un menor contenido de agua que las plántulas en condiciones de hipoxia y control (Figura 2). Esto denota un estrés osmótico de las plántulas sometidas a estrés salino (Yang et al., 2004).

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos sugieren que las plantas sometidas a condiciones de estrés combinado de salinidad e hipoxia tienen una respuesta única y diferente a aquellas respuestas originadas cuando los estreses se aplican de forma individual.

BIBLIOGRAFÍA

- Armando, L. V., Carrera, A. D. y Tomas, M. A. 2013. Collection and morphological characterization of *Panicum coloratum* L. in Argentina. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60, 1737–1747. <http://doi.org/10.1007/s10722-013-9982-3>
- Barrett-Lennard, E.G., 2003. The interaction between waterlogging and salinity in higher plants: causes, consequences and implications. *Plant and Soil*, 253: 35–54.
- Cardamone L., Cuatrin A., Grunberg K. y Tomas M. A. 2018. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* Vol. 6(3):134–147.
- Colmer T D and Voesenek, L A. 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology* 36:665-681.
- FAO. 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. ISSN 0251-1371.
- Giordano M., Berone G. y Tomas M. A. 2013. Selection by seed weight improves traits related to seedling establishment in *Panicum coloratum* L. var. *makarikariense*. *Plant Breeding*. doi:10.1111/pbr.12106



- Gorgas J. y Bustos M. 2008. Dinámica y evaluación de los suelos de Córdoba con problemas de drenaje, salinidad y alcalinidad. En: La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción agropecuaria. Taleisnik E., Grunberg K. y Santa Maria G. (eds). EDUCC, Córdoba, Argentina, 118 pp. Pp 17-46.
- Hoagland, D.R y Arnold D.Y. 1950. The water culture method for growing plant without soil. California Agric. Exp. Estm. Circ. 347:1-32
- Imaz, J.A., Gimenez D.O., Grimoldi, A.A., Striker, G.G. 2013. The effects of submergence on anatomical, morphological and biomass allocation responses of tropical grasses *Chloris gayana* and *Panicum coloratum* at seedling stage. *Crop and Pasture Science* 63:1145-1155.
- Lavado R. S. 2007. Visión sintética de la distribución y magnitud de los suelos afectados por salinidad en la Argentina. La salinización de suelos en la Argentina Editorial EDUCC. Córdoba; p. 1 – 16.
- Mittler R. 2006. Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Plant Science* Vol.11 No.1 January 2006.
- Munns, R. 2005. Genes y salt tolerance: bringing them together. *New Phytol.* 167:645–66.
- Quero G. E., Borsani O., Gutiérrez L., Melchiorre M., Monza J., Lascano R. 2013. *Agrociencia Uruguay - Volumen 17* 1:11-21 - enero/junio 2013.
- Rodriguez J. E. 2019. Effect of salinity stress in growth and relative water content in *Oryza sativa* “rice”, var. IR-43 and amazonas (Poaceae). *Arnaldoa* 26 (3): 931-942, 2019.
- Silva, E.N., Ferreira-Silva, S.L., De Vasconcelos Fontenelea, A., Vasconcelos Ribeiro, R., Viégas, R.A., Gomes Silveira, J.A. 2010. Photosynthetic changes and protective mechanisms against oxidative damage subjected to isolated and combined drought and heat stresses in *Jatropha curcas* plants. *Journal of Plant Physiology* 167, 1157–1164.
- Striker, G.G., Teakle N.L., Colmer T.C., Barrett-Lennard, E.G. 2015. Growth responses of *Melilotus siculus* accessions to combined salinity and root-zone hypoxia are correlated with differences in tissue ion concentrations and not differences in root aeration. *Environmental and Experimental Botany* 109: 89–98.
- Wiengweera A, Greenway H, Thomson C.1997. The use of agar nutrient solution to simulate lack of convection in waterlogged soils. *Annals of Botany* 80:115–123
- Yang, Y.; J. Guo; F. Zhang; L. Zhao & L. Zhang. 2004. NaCl induced changes of the H⁺-ATPase in root plasma membrane of two wheat cultivars. *Plant Science* 166(1): 913-918.



VARIABILIDAD EN CARACTERES RELACIONADOS A LA GERMINACIÓN POST COSECHA DE *Panicum coloratum* var. *coloratum*

GIORDANO, M.C.^{1*}; LIFSCHITZ, M.E.¹; TOMÁS, M.A.¹ y NÚÑEZ, L.²

¹IDICAL INTA-CONICET. ²FCA-UNL

*Autor de contacto: giordano.mabel@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En las especies forrajeras megatérmicas, la implantación es el punto crítico para obtener una buena pastura. Para lograr éxito en la implantación, la calidad de la semilla es de extrema importancia. Se asume que *Panicum coloratum*, particularmente la var. *coloratum*, posee dormancia en los primeros meses después de la cosecha (Tischler y Young, 1987), lo que limita sus posibilidades de uso por parte de los productores.

Identificar aquellos materiales con características promisorias para un rápido establecimiento de las plantas y contar con semilla que posea buena capacidad de germinación es fundamental dentro de los programas de mejoramiento genético, tanto para optimizar la realización de ensayos y el manejo de la pastura en la etapa de implantación (Loch, 2004), como para seleccionar y generar cultivares con mejorada capacidad de establecimiento. Para lograr esto, el comportamiento germinativo de los materiales disponibles debe evaluarse y cuantificarse adecuadamente. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad germinativa en diferentes momentos luego de la cosecha, de la forrajera *Panicum coloratum* var. *coloratum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos, uno inmediatamente después de la cosecha (marzo de 2019) y otro 11 meses después de la cosecha (enero de 2020). Los ensayos se realizaron en condiciones de invernadero, en la EEA Rafaela de INTA. La unidad experimental fue una caja de Petri, en la que se colocaron 20 semillas, en agua destilada. Los materiales evaluados fueron los mismos en ambos ensayos, son accesiones de *Panicum coloratum* var. *coloratum*, provenientes de diferentes zonas del centro del país: accesiones CS y CAB de Buenos Aires, CDU de Entre Ríos, UL, CH, SOL, EM y AN de La Pampa y DF de Córdoba.

Las semillas fueron cosechadas manualmente durante febrero de 2019, procesadas (quitado de glumas y glumelas) y conservadas en sobres de papel a temperatura ambiente y al abrigo de la luz.



Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizado (DBCA), con tres repeticiones. El número de semillas se registró diariamente durante 14 días para el primer ensayo (fecha de inicio: 11 de marzo de 2019; temp. media: 24,5°C) y 11 días para el segundo ensayo (fecha de inicio: 3 de enero de 2020; temp. media: 27,3°C). En ambos casos, la suma de los grados días acumulados (GDA) fue cercana a los 200 GDA (212 GDA para el primer ensayo y 190 GDA para el segundo ensayo).

Se estimaron los siguientes parámetros:

- Porcentaje de germinación (%), $PG = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{20}$, en el último día de medición.
- Tasa de germinación (semillas germinadas/día), $TG = \frac{\sum G}{t}$, donde G= porcentaje de semillas germinadas cada día, t = período total de germinación.
- Tiempo medio de germinación (días), $TMG = \frac{\sum(Dn)}{\sum n}$, donde D es el número de días desde el inicio del ensayo y n= número de semillas germinadas

PG, TG y TMG se analizaron con ANOVA y test LSD de Fisher, con el programa Infostat (Di Rienzo et al, 2008)

RESULTADOS

La evolución del porcentaje de germinación fue muy diferente entre ambos ensayos. Las semillas puestas a germinar 11 meses después de la cosecha (Figura 1 b) germinaron más rápido y alcanzaron mayores valores de PG (entre 80 y 100 %; $p < 0,001$), que aquellas que se colocaron a germinar de forma inmediata a la cosecha (Figura 1 a), que en ningún caso superó el 80% de PG. Asimismo, pueden identificarse accesiones con comportamientos similares en ambos ensayos. DF y SOL, por ejemplo, fueron las accesiones que se ubicaron entre las que menor PG obtuvieron en ambos ensayos. Por su parte, las accesiones CS y UL, fueron la que mejor desempeño obtuvieron en ambos ensayos (Figura 1 a y 1 b).

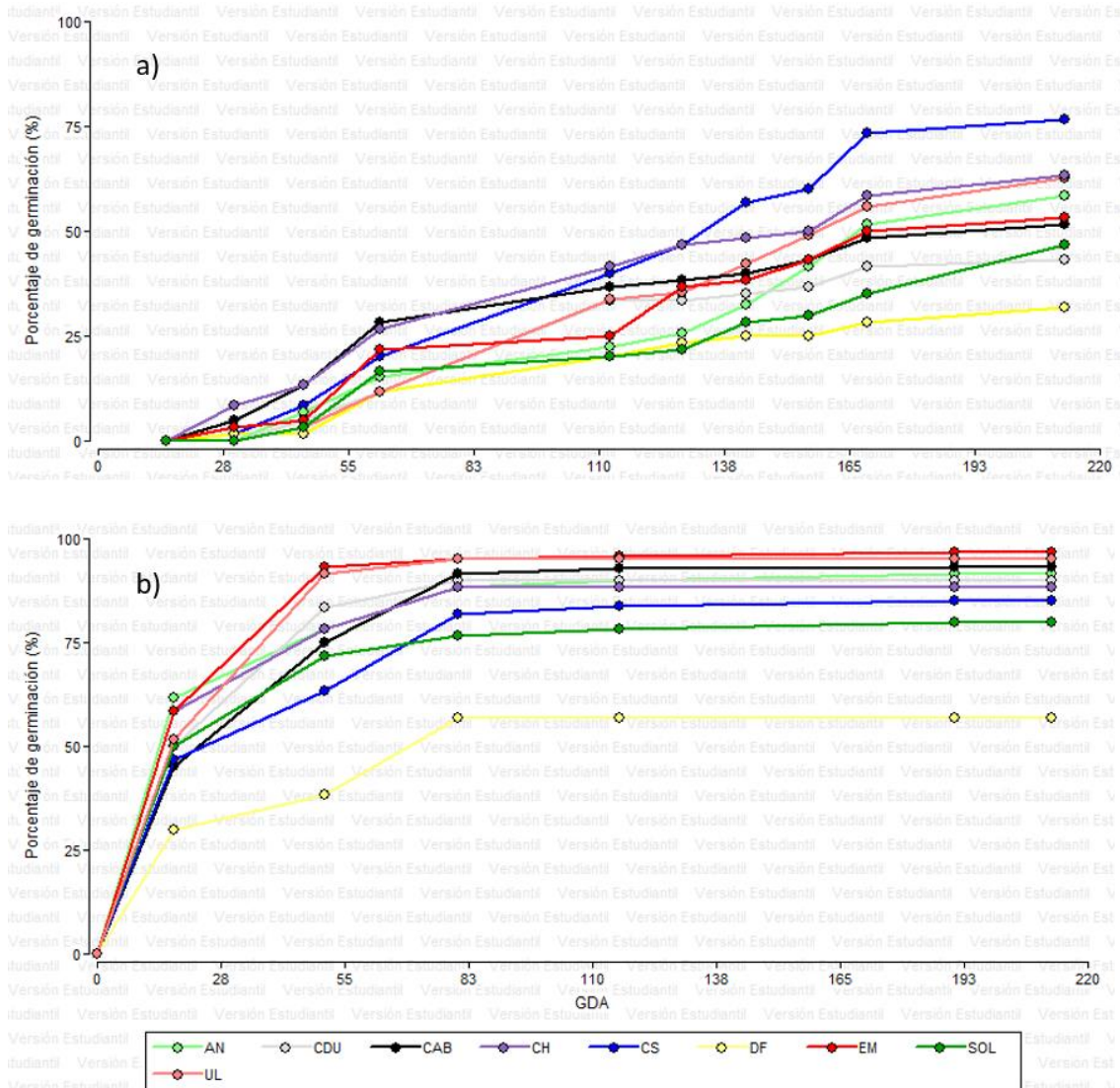


Figura 1: Porcentaje de germinación de diferentes accesiones de *Panicum coloratum* var *coloratum*, evaluadas inmediatamente después de la cosecha a) y 11 meses después de la cosecha b). Ambos ensayos se dieron por finalizados al llegar a los 200 grados día acumulados (GDA) aproximadamente (a) 212 GDA, b) 190 GDA)

Porcentaje de germinación, tasa de germinación y tiempo medio de Germinación.

Para estas tres estimaciones, hallaron efectos de accesión ($p < 0,0001$), momento de germinación ($p < 0,0001$) e interacción accesión*momento de germinación ($p < 0,0001$; $p = 0,0146$ y $p = 0,0108$, para PG, TG y TMG, respectivamente). Tanto el PG, como la TG, fueron significativamente mayores a los 11 meses después de la cosecha. Por su parte, el TMG, fue significativamente menor ($p < 0,0001$) a los 11 meses después de la cosecha.



En el ensayo inmediato posterior a la cosecha, el PG de las accesiones CS, CH, UL y AN fue superior al 55%, mientras que, en DF, SOL y CDU fue inferior al 50% (Figura 2 a). La accesión con mayor porcentaje de semillas germinadas por día (TG) fue CS, mientras que DF fue la que más lentamente germinó (Figura 2 b). Las semillas que requieren menor tiempo para germinar (TMG) son las de CH, CAB y CDU; y las que mayor tiempo necesitan son las de AN y UL (Figura 2 c).

Por su parte, en el ensayo realizado 11 meses después de la cosecha, las accesiones que mayor PG exhibieron fueron EM y UL (> 90%), mientras que las accesiones que tuvieron menor PG fueron DF y SOL (< 80%, Figura 2 a). En cuanto a TG, las accesiones mostraron un comportamiento similar, destacando levemente UL y EM, con valores cercanos a 8 semillas germinadas/día (Figura 2 b). El TMG estuvo alrededor de los 3 días, aquí, las accesiones DF, SOL y CH fueron las que menor tiempo medio de germinación requirieron (Figura 2 c).

CONSIDERACIONES FINALES

Las accesiones de *P. coloratum* var. *coloratum* evaluadas presentan variabilidad en todos los caracteres evaluados. Se han encontrado efectos interesantes de accesión, momento de germinación y su interacción. De acuerdo a los resultados, puede decirse que la germinación de las semillas inmediatamente después de la cosecha es más lenta (TMG), menos uniforme (TG) y en menor proporción (PG) que la germinación a los 11 meses después de la cosecha. Para optimizar el establecimiento de la pastura, se recomienda realizar siembras con semillas que no sean recientemente cosechadas. Resta indagar sobre otros factores que pueden estar influyendo sobre la capacidad de germinación de las semillas, como ser, fotoperíodo, temperaturas mínimas durante la germinación, momento de cosecha de las semillas, humedad de cosecha de semillas y métodos de cosecha y almacenamiento. Del mismo modo, también es necesario conocer cuál es el momento en el que el PG de las semillas comienza a decaer, para determinar cuál es su período máximo de almacenamiento. La variabilidad encontrada dentro de cada momento de germinación, permitiría obtener, mediante selección, materiales con menor dormancia post cosecha en la variedad *coloratum*.

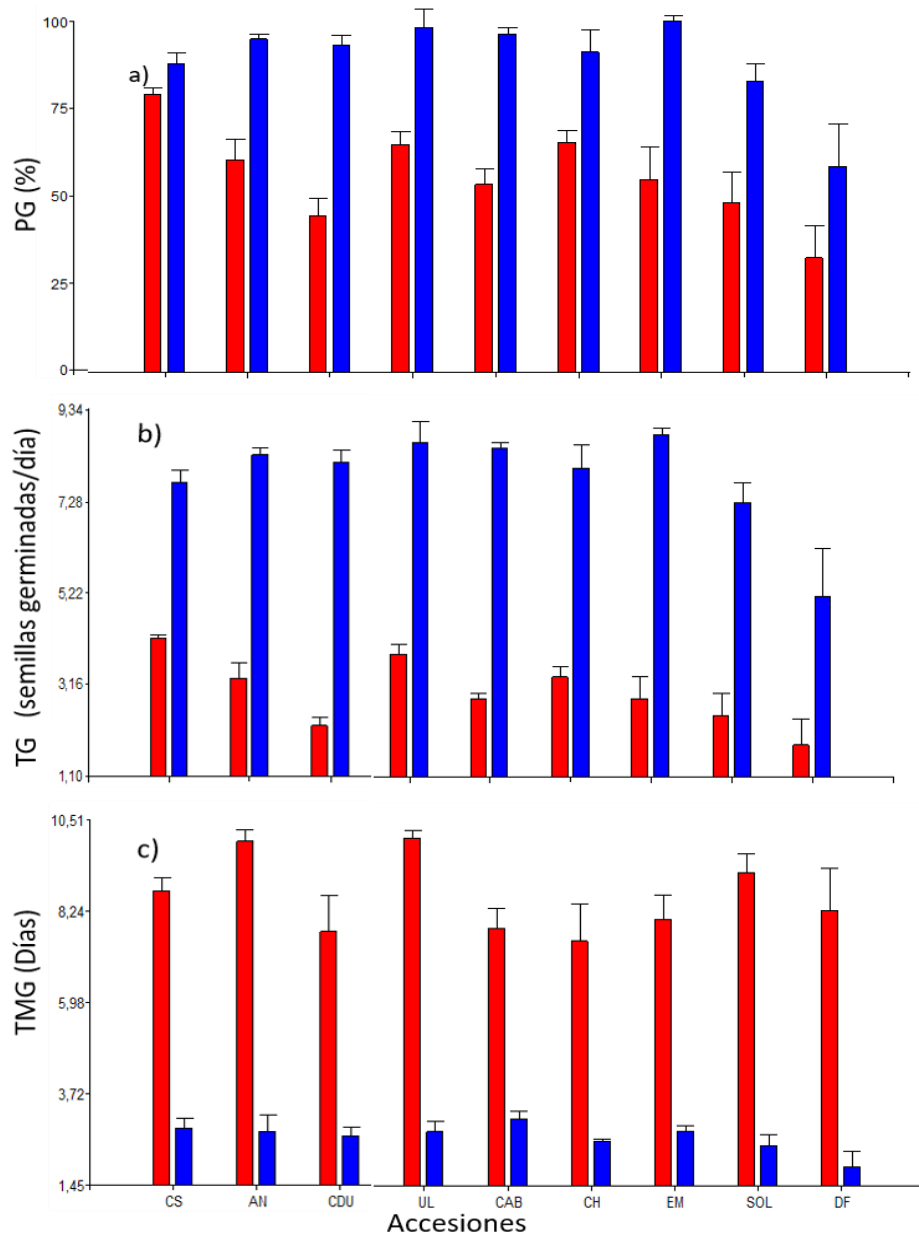


Figura 2: Valores de a) Porcentaje de germinación (PG), b) tasa de germinación (TG) y c) tiempo medio de germinación (TMG) para 9 accesiones de *Panicum coloratum* var. *coloratum* de semillas germinadas inmediatamente después de la cosecha (barras rojas) y 11 meses luego de la cosecha (barras azules). Las barras representan el error estándar. En todos los casos, los efectos momento de germinación y accesión, fueron significativos ($p < 0,0001$), al igual que la interacción accesión*momento de germinación ($p < 0,05$).



BIBLIOGRAFÍA

- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. 2008 InfoStat. Versión 2008. Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Loch DS, Adkins SW, Heslehurst MR, Paterson MF, Bellairs SM. 2004. Chapter 4: Seed formation, development and germination. En: Warm-season (C4) Grasses. Agronomy Monograph, pp. 623–649. Eds LE Moser, BL Burson and LE Sollenberger. Madison, USA: American Society of Agronomy.
- Tischler CR y Young BA. 1987. Development and characteristics of a kleingrass population with reduced post-harvest seed dormancy. *Crop Sci* 27: 1238-1241



ORGANISMOS PERJUDIALES





ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE ORGANISMOS PERJUDICIALES EN EL CULTIVO DE SOJA

MASSONI, F.A.^{1*}; SCHLIE, G.¹; TROSSERO, M.A.¹

¹IDICAL INTA-CONICET

*Autor de contacto: massoni.federico@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En Argentina, durante la campaña 2019/20, se sembraron 17,2 millones de hectáreas de soja, con una producción nacional de 50,7 millones de toneladas, alcanzando un rendimiento promedio de 30,5 qq/ha (BCR, 2020). El modelo de intensificación agrícola en el que se considera la maximización económica en el corto plazo, generó altos niveles de residuos de plaguicidas con consecuencias sobre la salud y el ambiente. Estos sistemas, homogéneos a escala de paisaje, demandaron un alto uso de insumos externos. Sin embargo, la tendencia actual se orienta hacia la diversificación de la producción y al manejo racional de recursos, utilizando principios ecológicos y revalorizando los servicios ecosistémicos (Camacho Valdez y Ruiz Luna, 2012; Kremen *et al.*, 2012). Frente a este contexto, es necesario abordar el manejo de los organismos perjudiciales con tecnologías de enfoque ecológico que permitan producir alimentos preservando el agroecosistema (Kremen *et al.*, 2012; Burel y Baudry, 2002; Altieri, 1999).

En tal sentido, el Manejo integrado de plagas (MIP) constituye una herramienta fundamental que proporciona una alternativa a la estrategia unilateral basada en productos químicos. Presenta un entendimiento de la ecología de insectos, cultivos y promueve estrategias de intervención combinadas: culturales, biológicas, genéticas y químicas para mantener a las poblaciones de organismos perjudiciales por debajo del nivel de daño económico (Dent, 2000; Kogan, 1988). El concepto de MIP fue modificándose a través del tiempo. Actualmente, se basa en tres componentes: uno económico, que refiere a disminuir las pérdidas económicas por la acción directa de las plagas; uno ecológico, que busca preservar o impactar lo menos posible a través de la actividad agrícola en la salud humana y ambiental y uno social, en donde intenta que los métodos de trabajo mediante los cuales se desarrolla el MIP, sean aceptados por la comunidad (Gisi y Leadbeater, 2010; FAO 2019).

Con el objetivo de evaluar distintas alternativas para el manejo de organismos perjudiciales en el cultivo de soja, con impactos ambientales, productivos y económicos diferentes, se propuso el siguiente experimento.



MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA sobre un cultivo de soja, durante la campaña 2019/20. Se sembró la variedad NS 6483 en directa el 5/12/2020 a 0,52 m de espaciamiento a una densidad de 80 kg/ha, sobre un cultivo de trigo como antecesor. El control de malezas consistió en una aplicación en presiembra de glifosato 54% (2 litros/ha), sulfufenacil 70% (0,035 g/ha), flumioxazin 48% (0,150 litros/ha) y s-metolacloro 96% (1,3 litros/ha) y otra en postemergencia con haloxifop 54% (0,25 litros/ha). El diseño experimental fue en Bloques Completos Aleatorizados (DBCA) con seis tratamientos (Tabla 1) y tres repeticiones. En cada parcela de 300 m² se tomaron dos submuestras con “pañó vertical” de 1 m de largo (Gamundi, 1995). En cada tratamiento se registró semanalmente la densidad de organismos plaga y benéficos. En cuanto a las enfermedades se estimó severidad foliar de los principales patógenos en cuatro estaciones de muestreo por tratamiento.

Tabla 1. Tratamientos evaluados con el objetivo de cada manejo.

Tratamientos	Objetivo de manejo
T1. Testigo absoluto (T)	Testigo sin control.
T2. Producción convencional (PC)	Aplicar criterios convencionales con manejo químico.
T3. Manejo Integrado de Plagas (MIP)	Aplicar criterios de manejo integrado de plagas.
T4. Libre de Enfermedades (LE)	Analizar sólo el efecto de los insectos.
T5. Libre de Insectos (LI)	Analizar sólo el efecto de las enfermedades.
T6. Testigo Químico (TQ)	Lograr el rendimiento potencial con fitosanitarios.

El tratamiento Testigo (T) se mantuvo libre de fitosanitarios mientras que en el Testigo Químico (TQ) se realizaron aplicaciones sistemáticas de insecticidas y fungicidas para lograr el rendimiento potencial. En el tratamiento Libre de enfermedades (LE) se realizaron aplicaciones periódicas de fungicidas para analizar sólo el daño de insectos, mientras que en el tratamiento Libre de insectos (LI) se utilizaron insecticidas para considerar sólo el efecto de las enfermedades sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo. En el tratamiento Producción convencional (PC) se aplicaron criterios basados en la producción tradicional, donde se observó el estado sanitario del cultivo y se utilizó el control químico como estrategia principal para el manejo de los organismos perjudiciales. En el tratamiento Manejo integrado de plagas (MIP) se utilizaron criterios en base a los monitoreos de plagas y benéficos, sus dinámicas poblacionales, bioecología y umbrales de daño para orugas defoliadoras y chinches (Gamundi y Perotti, 2007; Ianonne, 2012). Se consideró el grupo de madurez, períodos críticos de mayor susceptibilidad, espaciamiento y densidad (Andrade *et al.*, 2000; Ianonne, 2014, 2009).



En las enfermedades se realizó el diagnóstico de los patógenos de mayor prevalencia y se cuantificó el porcentaje de severidad de las principales enfermedades de fin de ciclo (EFC) según la escala propuesta por Martins *et al.* (2004). Se utilizaron umbrales de acción para mancha marrón por *Septoria glycines* y el tizón de la hoja por *Cercospora kikuchii*, reportados por Ivancovich y Lavilla (2018). Las aplicaciones foliares se realizaron con una pulverizadora experimental Metalfor LTP 600 Full desde los estados fenológicos de R1 hasta R5.5, según la escala fenológica de Fehr y Caviness (1977).

Las densidades de orugas y chinches en los tratamientos, se analizaron con modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) del INFOSTAT® (Di Rienzo *et al.*, 2019). Debido a la naturaleza de la variable respuesta, se ajustó a una Distribución de Poisson. Se realizó la Prueba de hipótesis marginales (Wald) para efectos fijos. Las diferencias entre los valores medios se analizaron con el test LSD Fisher (alfa=0,05). En la cosecha se utilizó un equipo experimental Wintersteiger®. Se trillaron dos submuestras por parcela, representadas cada una por una superficie de 15,6 m². Se estimó el rendimiento de grano (kg/ha) corregido al 13,5% de humedad y el peso de granos (mg). Los datos se procesaron con el programa INFOSTAT®. Se aplicó el análisis de la varianza (ANOVA) y las diferencias entre medias se compararon con el test LSD Fisher con un 5% de significancia. Se analizaron las precipitaciones y temperaturas mensuales registradas en la Estación Agrometeorológica del INTA Rafaela.

En los tratamientos T, PC, MIP y TQ, se evaluaron los Costos directos (CD) y el Margen bruto (MB) expresados en dólares por hectárea. Los valores de los insumos se tomaron de la revista Márgenes Agropecuarios del mes de noviembre de 2019 (Rev. Marg. Agrop., 2019) y el precio de venta utilizado fue el publicado para mayo de 2020 en la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR, 2020). No se consideró el costo de arrendamiento debido a su variación según la región productiva. Para cuantificar el riesgo potencial de las prácticas de manejo en el agroecosistema, se consideró la suma de los plaguicidas utilizados en los tratamientos y el índice de Impacto Ambiental (EIQ) (Kovach *et al.*, 1992). El cálculo del EIQ se realizó con base en los insecticidas y fungicidas empleados a partir de la metodología de cálculos de Eshenaur *et al.* (2020) y se multiplicaron por los gramos de ingrediente activos (i.a.) para obtener el impacto ambiental (EI); mientras mayor sea el valor del EI, mayor es el riesgo ambiental.

RESULTADOS

El cultivo de soja inició su desarrollo en condiciones ambientales normales durante diciembre, con precipitaciones 20 mm superiores a la media histórica. Durante el mes de marzo, cuando atravesaba su período crítico, las temperaturas medias estuvieron encima de la media histórica en 2,5 °C y las precipitaciones fueron inferiores a la serie de referencia (Figura 1). Estas condiciones favorecieron la presencia de orugas defoliadoras y chinches fitófagas durante el período reproductivo. Respecto a las enfermedades, tuvieron un progreso moderado durante la campaña donde la mancha marrón fue el patógeno principal.

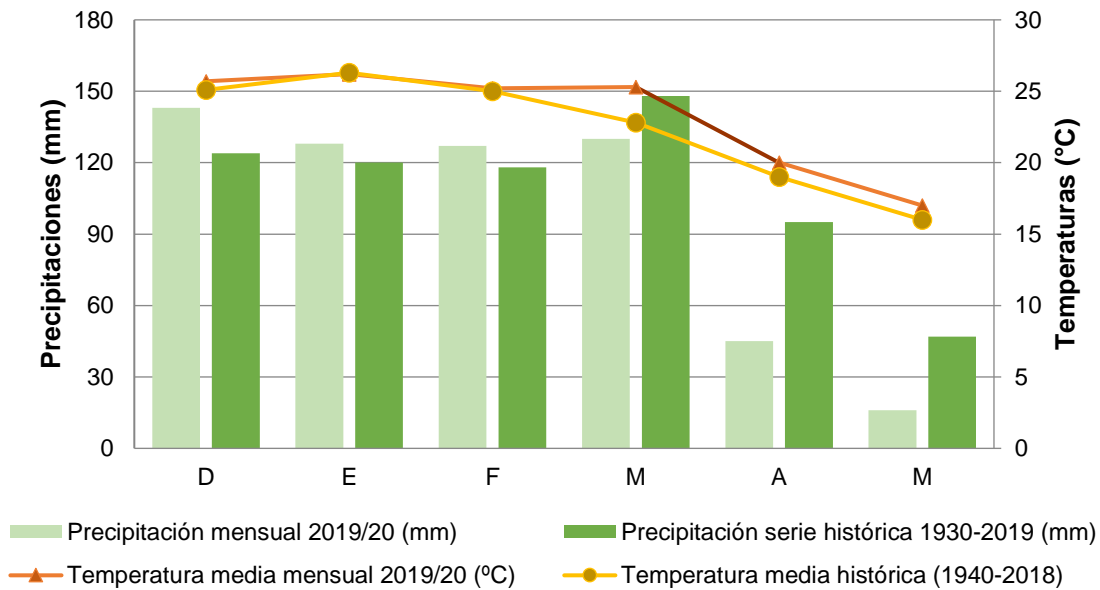


Figura 1. Precipitaciones y temperaturas medias mensuales durante el período experimental y sus respectivas series históricas. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

En el tratamiento PC se registraron 3,3 orugas/m lineal en el tercio medio y superior de las plantas y se observaron chinches durante R4 (Figura 2). En el MIP se hallaron orugas en bajas densidades y la población de chinches alcanzó valores de 1,2 chinches/m lineal en R5, que se mantuvieron en R5.5 debido a la alta infestación (Figura 3). En el Testigo se registraron orugas y chinches que fueron incrementándose hasta alcanzar densidades de 5,5 orugas/m lineal y 5,5 chinches/m lineal en R5.5. Las especies predominantes fueron “la oruga de las leguminosas” (*Anticarsia gemmatalis*) y “la chinche de la alfalfa” (*Piezodorus guildinii*).

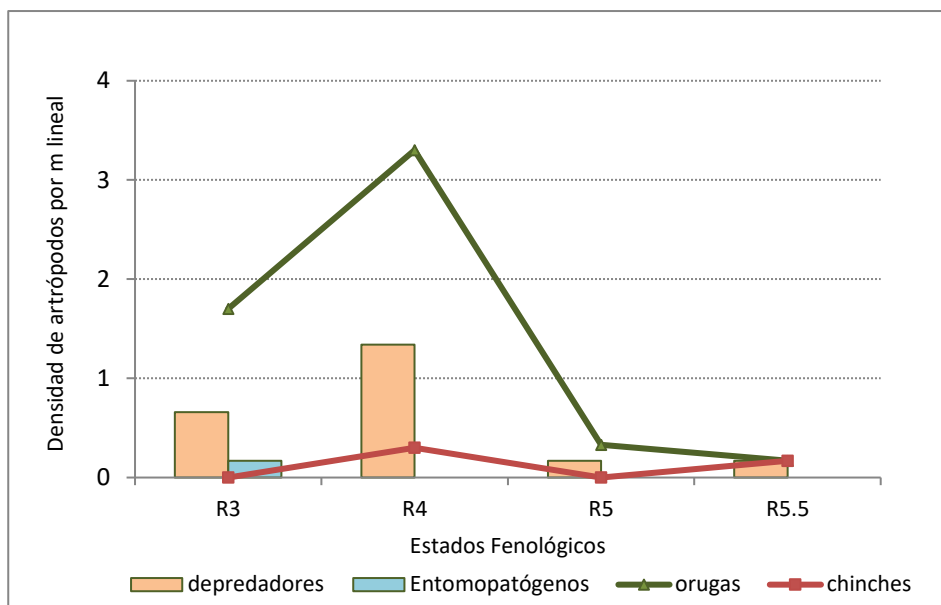


Figura 2. Dinámica poblacional de orugas, chinches, depredadores y entomopatógenos en función del estado fenológico del cultivo de soja en el tratamiento de Producción Convencional.

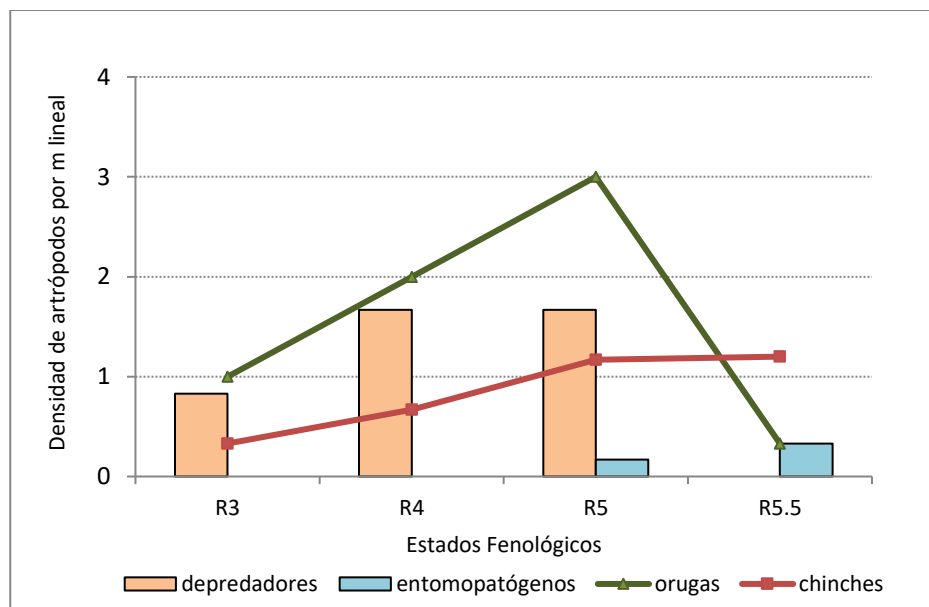


Figura 3. Dinámica poblacional de orugas, chinches, depredadores y entomopatógenos en función del estado fenológico del cultivo de soja en el tratamiento de Manejo integrado de Plagas.



Para el manejo de las adversidades bióticas se aplicaron diferentes criterios, según los tratamientos (Tabla 2). En el tratamiento PC, se realizaron dos aplicaciones; la primera con Expedition® (250 cc/ha) + Orquesta Ultra® (800 cc/ha) en R4, debido a la presencia de orugas defoliadoras y de carácter preventivo para enfermedades foliares. La segunda se realizó con Engeo® en R5.5 (200 cc/ha) al observar la presencia de chinches sobre el cultivo. En el tratamiento MIP se efectuó una sola aplicación con Expedition® (250 cc/ha) al momento de superar el umbral de daño para “la chinche de la alfalfa” (UD= 0,7 chinches/ m en R5). La cuantificación de las enfermedades arrojó valores de severidad de 22%, por debajo del umbral de acción (25% de altura de planta con síntomas).

Tabla 2. Aplicaciones foliares (AF) realizadas en cada tratamiento con el producto comercial e ingredientes activos utilizados, dosis (litros/ha), estado fenológico (EF), cantidad de pulverizaciones e índice de Impacto Ambiental (EIQ).

Aplicaciones Foliares (●)									
Producto	Ingrediente activo	Dosis l/ha	EF	T	PC	MIP	LE	LI	TQ
Orquesta Ultra®	fluxapiraxad + epoxiconazole + pyraclostrobil	0,8	R1				●		●
Coragen®	clorantraniliprole	0,03	R3					●	●
Orquesta Ultra®	fluxapiraxad + epoxiconazole + pyraclostrobil	0,8	R4		●		●		●
Expedition®	sulfoxaflor + lambdacialotrina	0,25	R4		●			●	●
Expedition®	sulfoxaflor + lambdacialotrina	0,25	R5			●		●	●
Engeo®	thiametoxam + lamdacialotrina	0,2	R5.5		●			●	●
Orquesta Ultra®	fluxapiraxad + epoxiconazole + pyraclostrobil	0,8	R5.5				●		●
Pulverizaciones				0	2	1	3	4	5
Índice de impacto ambiental: EIQ				0	4,9	1,4	10,5	4,5	15

En el tratamiento LE, se realizaron 3 aplicaciones de tipo preventivas para enfermedades con Orquesta Ultra (800 cc/ha) en R1, R4 y R5.5, con el fin de mantener bajos niveles de las EFC. En estas parcelas se destacaron las chinches que alcanzaron 2 individuos/m lineal en R4 y superaron a los umbrales de daño (UD= 0,5-0,7 chinches/m lineal en R4). En el tratamiento LI, se hicieron 4 aplicaciones de insecticidas para el control de orugas y chinches con Coragen® (1 AF), Expedition® (2 AF) y Engeo® (1 AF) en los estados de R3, R4, R5 y R5.5, respectivamente (Tabla 2). En el estadio de R5 se observaron bajos niveles de tizón de la hoja y niveles de severidad de mancha marrón del 40%, valores similares a los observados en los tratamientos MIP y T.

En la etapa fenológica próxima al fin de la formación de los granos (R5.5), se compararon las densidades poblacionales de orugas (Figura 4) y chinches (Figura 5) entre los distintos tratamientos y el Testigo.

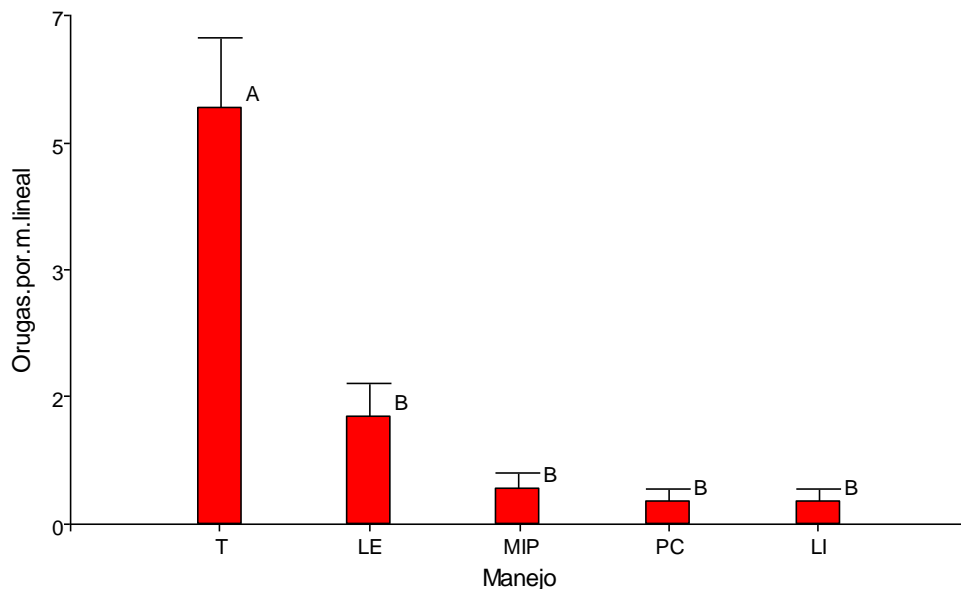


Figura 4. Densidades de orugas en cada uno de los tratamientos evaluados durante R5.5. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).*

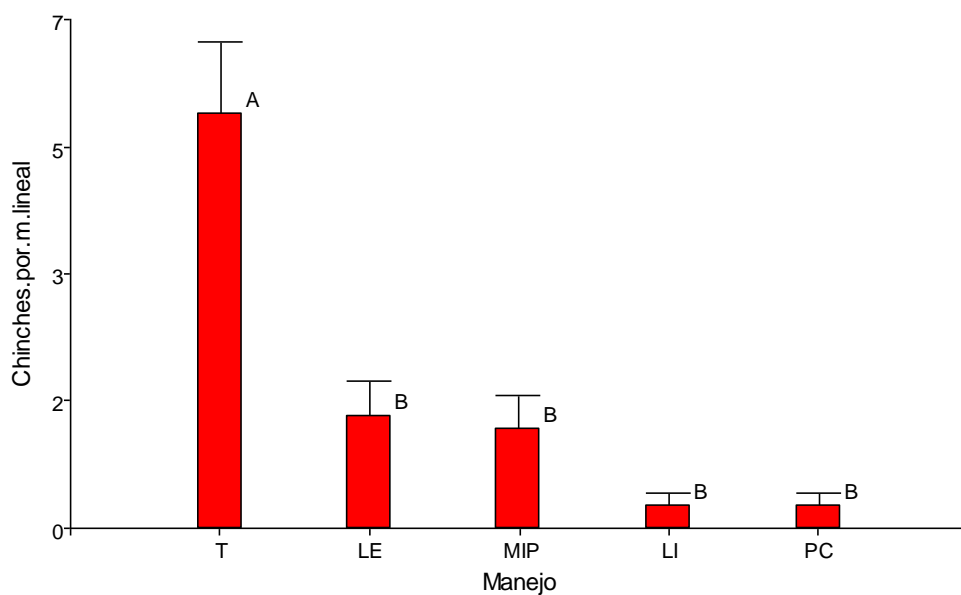


Figura 5. Densidades de chinches en cada uno de los tratamientos evaluados durante R5.5. *Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).*



No hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y sí hubo diferencias de éstos con respecto al Testigo ($p < 0,0001$). Los tratamientos LE, MIP, LI, PC tuvieron densidades de insectos distintas en relación al Testigo en el estado de R5.5. Las aplicaciones foliares en MIP, LI y PC resultaron efectivas para deprimir las poblaciones de orugas y chinches y evitaron pérdidas de rendimiento (Figuras 4 y 5). El efecto de los insectos tuvo mayor incidencia como limitantes bióticas con respecto a las enfermedades fúngicas.

En el rendimiento existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$). El Testigo, sin control químico presentó el valor mínimo, seguido por el tratamiento LE. En ambos casos las poblaciones de chinches superaron a los UD y afectaron el rendimiento. Los tratamientos MIP, PC, LI y TQ alcanzaron los rendimientos mayores y se diferenciaron estadísticamente de LE y Testigo (Tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento (kg/ha) y peso de granos (mg) de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Peso de granos (mg)
T	1872 A	102 A
LE	2032 A	99 A
MIP	3686 B	127 B
PC	3828 B	131 B
LI	4126 B	137 B C
TQ	4345 B	143 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Las elevadas densidades principalmente de chinches y los bajos niveles de EFC registrados en los tratamientos LE y LI respectivamente, indican que en la campaña 2019/20 los insectos tuvieron un mayor efecto en la disminución del rendimiento en comparación con las enfermedades, observándose una diferencia de 2.094 kg/ha, a favor del tratamiento LI (Tabla 3).

Según el manejo agronómico implementado en cada tratamiento, se incurrió en diferentes costos productivos para alcanzar los rendimientos mencionados. Aquellos tratamientos donde se lograron rendimientos más elevados, requirieron mayor número de fitosanitarios, cantidad de aplicaciones foliares y consecuentemente aumentaron los costos directos. Sin embargo, cuando se incorporó en el análisis el cálculo de los márgenes brutos a partir del rendimiento y los costos directos, se pudo observar que el tratamiento MIP logró el mayor MB= 395 US\$/ha, con un 20% menos de costos directos, con respecto al tratamiento PC (Figura 6).

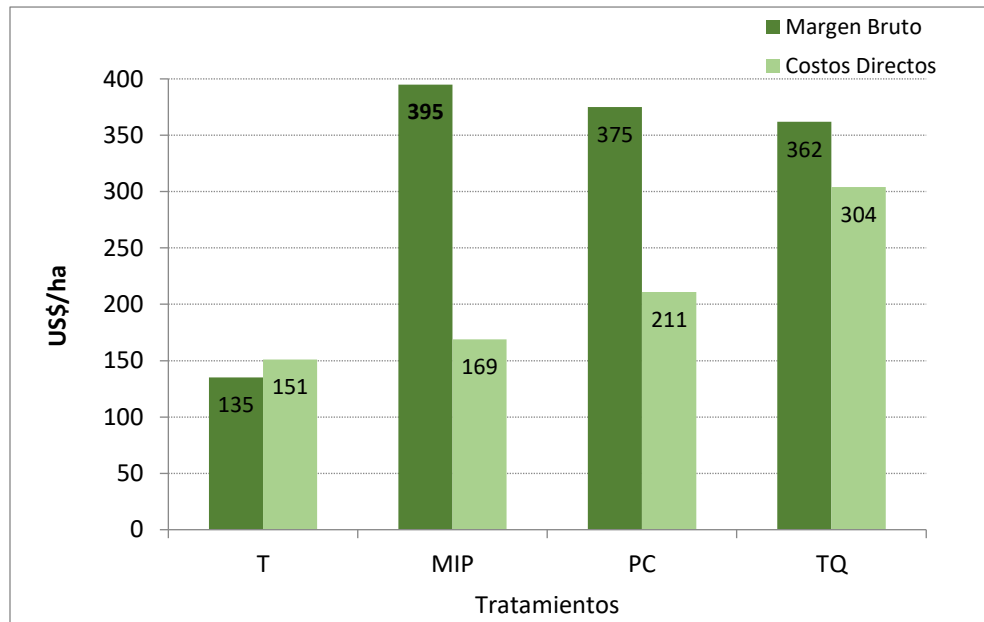


Figura 6. Costos directos (US\$/ha) y Margen Bruto (US\$/ha) en los tratamientos Testigo (T), Manejo integrado de plagas (MIP), Producción convencional (PC) y Testigo químico (TQ).

Para los tratamientos con aplicaciones foliares se calcularon los índices de impacto ambiental (EIQ) obteniéndose los siguientes valores: TQ (15); LE (10,5); LI (4,5); PC (4,9); MIP (1,4). El manejo MIP con bajo uso de ingredientes activos por hectárea, se posicionó como el tratamiento con menor EIQ luego del testigo, en comparación con el resto de los tratamientos.

CONCLUSIÓN

Las elevadas densidades poblacionales de los insectos, principalmente del complejo de chinches, comparadas con el bajo desarrollo epidémico de las EFC, demostraron ser la principal limitante biótica que afectó el rendimiento durante la campaña 2019/20.

La alternativa MIP como estrategia de manejo de los organismos perjudiciales, presentó un mayor retorno económico con menores costos directos debido al menor uso de insumos y consecuentemente menor impacto ambiental en el agroecosistema, con respecto a la producción convencional.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Valparaiso, Chile, p. 338
- Andrade, F.H.; Aguirrezabal, L.A.N. y R.H. Rizzalli. 2000. Crecimiento y rendimientos comparados. En: Andrade, F.H. y V.O. Sadras (Eds). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editorial Médica Panamericana SA, Arg. pp. 61-96; 443 p.
- Bolsa de Comercio de Rosario. Disponible en <https://www.bcr.com.ar/es>. Accedido en julio de 2020.



- Burel, F. y J. Baudry. 2002. Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. Versión española S. Suarez-Seoane Editorial Aedos, Barcelona, 353 p.
- Camacho Valdez y Ruiz Luna, 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. Bio Ciencia, Vol. 1: 4, pp. 3-15
- Dent, D. 2000. Insect Pest Management. 2nd Edition. Wallingford, UK: CABI Publishing, 410 p.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión (2019). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Eshenaur, B., Grant, J., Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. 2020. www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ. Environmental Impact Quotient: "A Method to Measure the Environmental Impact of pesticides". New York State Integrated Pest Management Program, Cornell Cooperative Extension, Cornell University. 1992-2020
- Estación Agrometeorológica INTA EEA Rafaela, Santa Fe. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar/agromet>. Accedido en Junio de 2020.
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80, Iowa State University, Ames, Iowa, U.S.A 12 pp.
- Gamundi, J.C. 1995. Evaluación de técnicas de muestreo de insectos plaga y depredadores en cultivos de soja con diferentes sistemas de siembra y labranza. Primer Congreso Nacional de Soja, Segunda Reunión Nacional de Oleaginosas. AIANBA, Pergamino, Buenos Aires, Tomo II: IV 43-50.
- Gamundi, J.C. y E. Perotti. 2007. Manejo integrado de orugas defoliadoras y chinches. Umbrales de daño. Día de campo en INTA Oliveros. 13ª Edición Extra. Para mejorar la producción. EEA Oliveros INTA. Publicaciones Regionales, 36:112-114
- Gisi, U. and Leadbeater, A. 2010. The challenge of chemical control as part of integrated pest management. Journal of Plant Pathology, 92 pp.
- Ianonne, N. 2009. Chinches en soja. Niveles de decisión para su control según especie y estados del cultivo. En: Sistema de alerta de plagas. Servicio Técnico INTA. Pergamino.
- Ianonne, N. 2012. Umbrales, defoliación y otros aspectos a considerar para la toma de decisión de control de defoliadoras. En: Sistema de alerta de plagas – Servicio Técnico INTA. Pergamino, 4 p.
- Ianonne, N. 2014. Las isocas no aflojarán. Sistema de alerta de plagas, 12 de febrero. *Anticarsia gemmatalis* INTA Pergamino, 5 p.
- Ivancovich, A. y Lavilla, M. 2018. Umbrales para el manejo integrado de mancha marrón causada por *Septoria glycines* y el tizón foliar por cercospora causado por *Cercospora kikuchii* en soja. En: Giménez Pecci, M., Lago, M., Montoya, M., Laguna, I., Alberione, E., Distéfano, S. 2018. Talleres sobre Herramientas para la toma de decisiones en el manejo integrado de enfermedades de cereales y oleaginosas. 1a Edición INTA 2018. 36 p.
- Kogan, M. 1988. Integrated pest management theory and practice Entomol. Exp. Appl. 49:59-70. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht pp. 59-70
- Kovach, J., Petzoldt, C., Degni, J., and Tette, J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin 139:1-8.
- Kremen, C., Iles, A. and C. Bacon. 2012. Diversified farming systems: an agroecological, systems-based alternative to modern industrial agriculture. Ecology and Society 17 (4): 44, p.19
- Martins, M.C., Guerzoni, R.A., Camara, G.M.S., Mattiazzi, P., Lourenco, S.A. and Amorim, L. 2004. Escala diagramática para a quantificação do complexo de doenças foliares de final de ciclo em soja. Fitopatologia Brasileira 29: 179-184.



Revista Márgenes Agropecuarios. Año 35 - N° 413. Noviembre 2019.

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. 2019. La contaminación del suelo: una realidad oculta. Roma, FAO. 144 pp.



EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE LARVAS DE *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) EN MAÍZ NO *Bt*.

TROSSERO, M.^{1*}; ZUIL, S.²; RAUSCH, A.³ y MASSONI, F.¹

¹IDICAL INTA-CONICET. ²INTA EEA Rafaela. ³INTA AER Ceres
*Autor de contacto: trossero.marcia@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En Argentina, el maíz (*Zea mays L.*) es el segundo cultivo de importancia agrícola después de la soja, con una superficie sembrada de 5,8 millones de hectáreas y una producción de 30,4 millones de toneladas, promedio de los últimos diez años (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2020). Una de las principales plagas del cultivo es el “gusano cogollero del maíz”, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Las larvas atacan a las plantas durante todas las etapas de su desarrollo y provocan pérdidas en el rendimiento. Éstas pueden actuar como defoliadoras, cortadoras, barrenadoras y también pueden dañar a las flores y espigas (Vickery, 1929; Capinera, 2017).

El control de *S. frugiperda* se basa principalmente en la aplicación de insecticidas y en el uso de maíces transgénicos que expresan las proteínas insecticidas Cry y Vip derivadas de la bacteria *Bacillus thuringiensis (Bt)*. En Argentina, monitoreos de híbridos *Bt* que expresan Cry1F realizados en distintas provincias, confirmaron poblaciones resistentes de *S. frugiperda* a Cry1F (Chandrasena *et al.*, 2017). El maíz transgénico, que inicialmente producía una sola proteína *Bt*, se reemplazó posteriormente con híbridos que producen múltiples proteínas *Bt* que difieren en su sitio de acción para retrasar la evolución de la resistencia (Szwarc *et al.*, 2015; Chandrasena *et al.*, 2017; Fava, 2018). En Rafaela, durante la campaña 2016/17 a excepción de la tecnología Viptera 3, el resto de las tecnologías VT3P, PW y MG superaron a los umbrales del 20% de las plantas con daño durante el estado fenológico de V5 (Massoni *et al.*, 2017).

El control químico de *S. frugiperda* se ha realizado tradicionalmente con insecticidas de las familias de los organofosforados (clorpirifós), piretroides (cipermetrina, lambdacialotrina, etc.) y en menor medida de las benzoilureas (lufenurón, novalurón, diflubenzurón). Los insecticidas de las primeras dos familias son de amplio espectro de acción y provocan disturbios en las poblaciones de insectos benéficos y el ambiente. Sin embargo, los insecticidas de la familia de las benzoilureas son menos nocivos (CASAFE, 2013). En los últimos años, se han incorporado al mercado nuevos insecticidas para el control de *S. frugiperda*, como el clorrantraniliprole y spinetoram, que presentan menor toxicidad (clase toxicológica IV) y un menor impacto en el ambiente. Al tener sitios de acción diferentes a los productos tradicionales, permiten la rotación de ingredientes activos durante una misma campaña agrícola (EPA, 2011; CASAFE, 2013; FAO, 2017), lo que retrasa el desarrollo de resistencia.



Ante la perspectiva de que los híbridos de maíz *Bt* continúen perdiendo su efectividad para el manejo de *S. frugiperda*, podría aumentar la implementación del control químico. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de insecticidas para el control de larvas de *S. frugiperda* en maíz no *Bt*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la localidad de Ceres (29°54'33.6"S 61°54'47.3"W), provincia de Santa Fe, sobre un suelo Argiudol ácuico perteneciente a la serie Colonia Rosa. El híbrido utilizado fue Pioneer 1815 RR. La fecha de siembra fue el 21 de diciembre de 2019. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos aleatorizados con siete tratamientos (Tabla 1) y tres repeticiones. Las parcelas experimentales constan de 8 surcos a 52 cm de espaciamiento por 10 metros de largo. Se registraron los datos de precipitaciones y temperaturas de la Estación Meteorologica Ceres.

Tabla 1. Tratamientos evaluados para el control de *S. frugiperda*, principio activo y dosis.

Tratamiento	Principio activo	Dosis (cc/ha)
T1	Testigo sin aplicación	-
T2	Flubendiamide 48 %	100
T3	Triflumuron 48 %	100
T4	Clorfenapir 24 %	800
T5	Clorfenapir 24 %	1000
T6	Clorantraniliprole 20 %	100
T7	Spinetoram 12 %	80

Se realizó una sola aplicación de insecticidas el 23 de enero, cuando el porcentaje de daño de *S. frugiperda* alcanzó el 20% y el estado fenológico del cultivo se encontraba en V6, según escala de Ritchie & Hanway (1982). Las aplicaciones se realizaron con una mochila de precisión de presión constante. El caudal aplicado fue de 100 litros por hectárea. La presión fue de 45 kg/cm² (3 lib/pulg²). El tipo de pastilla utilizada fue cono hueco. En cada parcela, el muestreo consistió en observar 15 plantas al azar al momento de la aplicación de insecticida (día 0) y a los 3, 7 y 14 días después de la fecha de aplicación (DDA). En cada planta se realizó un muestreo destructivo donde se registró el daño según la escala visual de Davis (Davis et al., 1992), número y tamaño de las larvas de *S. frugiperda*. El tamaño de las larvas se dividió en larvas chicas (L1 – L2), medianas (L3 – L4) y grandes (L5 - L6). La eficacia de control de *S. frugiperda* se determinó mediante la fórmula de Abbott (Abbott, 1925).



El efecto de los tratamientos en términos de la densidad de larvas por planta de maíz, porcentaje de plantas con larvas vivas y porcentaje de plantas con daño mayor a 3 en la escala de Davis fue evaluado mediante Análisis de la Varianza (ANAVA) y las diferencias entre tratamientos con el test LSD Fisher con un 5 % de significancia. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2019).

RESULTADOS

El cultivo de maíz inició su desarrollo en condiciones ambientales normales al momento de su implantación (Figura 1). Durante el mes de enero, las temperaturas elevadas y las bajas precipitaciones favorecieron la presencia de densidad es elevadas de *S. frugiperda*.

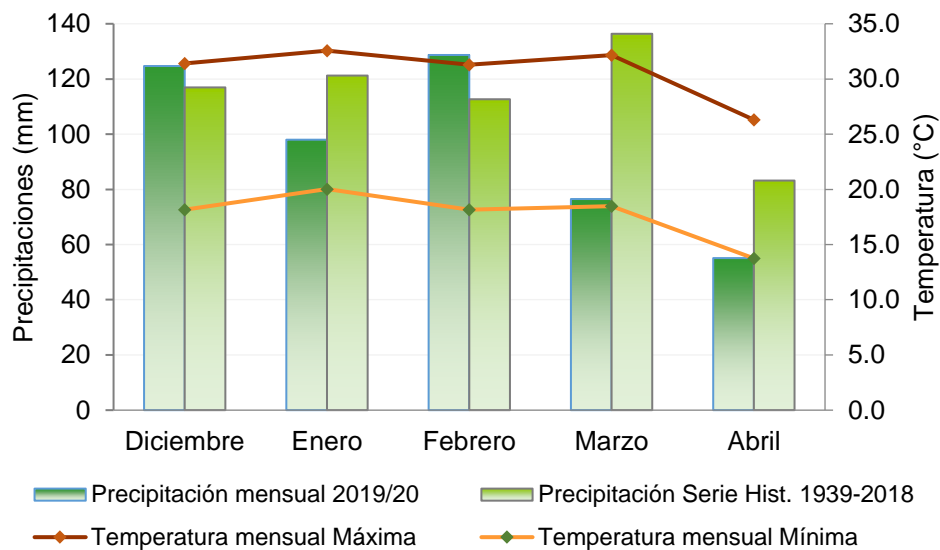


Figura 1. Precipitaciones mensuales (en mm) registradas en el período diciembre 2019 a abril 2020 y su respectiva serie histórica (barra azul y verde, respectivamente); temperatura media mensual máxima y mínimas (línea roja y naranja, respectivamente). Datos obtenidos de la Estación Meteorológica Ceres.

La densidad de larvas por plantas, previo a la aplicación de insecticida, no presentó diferencias significativas ($p=0,759$) y varió entre 1,6 y 2,5 (Tabla 2), con 38 % de LC, 45 % LM y un 17 % LG. El porcentaje de plantas de maíz con larvas (Tabla 3) estuvo entre un 84 % y 93 %, sin presentar diferencias significativas ($p=0,731$). El porcentaje de plantas con daño mayor a 3 en la escala de Davis (Tabla 4) varió entre un 80 % y 100 %, sin presentar diferencia significativa entre los tratamientos ($p=0,105$). Del total de plantas revisadas, el 9 % presentaban daño leve (Grado 1-3 en la Escala de Davis), 39 % daño medio (Grado 4-6 en la Escala de Davis) y 49 % daños graves (Grado 7-9 de la Escala de Davis).



Se observó que todas las variables analizadas presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. En lo que refiere a la densidad de larvas por planta (Tabla 2), a los 3 y 7 DDA, los tratamientos T7 (Spinetoram) y T6 (Clorantraniliprole) registraron menor cantidad de larvas por planta (0,2 y 0,5 respectivamente) en comparación con el T1 (Testigo). A los 14 DDA los tratamientos que presentaron menor cantidad de larvas fueron el T7 (Spinetoram), T6 (Clorantraniliprole) y T5 (Clorfenapir). La eficacia de control de larvas (Tabla 2) a los 14 DDA fue mayor en el T6 (Clorantraniliprole), seguido por el T7 (Spinetoram) y T5 (Clorfenapir), con 84 %, 74 % y 53 % respectivamente. Con respecto al porcentaje de plantas de maíz con larvas vivas (Tabla 3), a los 3 DDA las parcelas tratadas con Spinetoram (T7) y Clorfenapir (T5) se diferenciaron estadísticamente ($p=0,018$) del resto de los tratamientos. A los 7 DDA las parcelas tratadas con T6 (Clorantraniliprole), T7 (Spinetoram) y T5 (Clorfenapir) se diferenciaron del T1 (Testigo). En lo que respecta al porcentaje de plantas de maíz con daño mayor a 3 en la escala de Davis (Tabla 4), a los 3 DDA las parcelas tratadas con T7 (Spinetoram) se diferenciaron estadísticamente del resto de los tratamientos ($p=0,007$), a los 7 DDA y 14 DDA las parcelas tratadas con T6 (Clorantraniliprole), T7 (Spinetoram) y T5 (Clorfenapir) se diferencian del T1 (Testigo) presentando menor porcentaje de daño.

Tabla 2. Densidad de larvas de *S. frugiperda* por planta de maíz, para los diferentes tratamientos, a los 0, 3, 7 y 14 días después de la aplicación. Valor medio \pm desvió estándar. Eficacia de control de larvas de *S. frugiperda* a los 14 días después de la aplicación según fórmula de Abbott.

Tratamiento	Días después de la aplicación				Eficacia de control (%)
	0	3*	7*	14*	
T1	2,2 \pm 0,5	1,3 \pm 0,1 ab	1,5 \pm 0,2 a	0,4 \pm 0,1 ab	-
T2	2,1 \pm 0,3	1,6 \pm 0,1 a	0,9 \pm 0,1 ab	0,4 \pm 0,1 abc	16
T3	2,0 \pm 0,4	1,1 \pm 0,2 bc	1,3 \pm 0,3 a	0,4 \pm 0,1 abc	16
T4	2,5 \pm 0,3	1,1 \pm 0,2 bc	1,0 \pm 0,1 ab	0,6 \pm 0,2 a	-
T5	1,9 \pm 0,4	0,9 \pm 0,1 bc	1,0 \pm 0,4 ab	0,2 \pm 0,1 bc	53
T6	2,2 \pm 0,3	0,8 \pm 0,1 cd	0,5 \pm 0,1 bc	0,1 \pm 0,1 c	84
T7	1,6 \pm 0,1	0,4 \pm 0,2 d	0,2 \pm 0,1 c	0,1 \pm 0,1 bc	74
Valor p	0,7595	0,0017	0,007	0,0419	-
DMS	-	0,4	0,6	0,3	-

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según LSD Fisher ($p<0,05$); DMS= diferencia mínima significativa



Tabla 3. Porcentaje de plantas de maíz con presencia de larvas vivas de *S. frugiperda*, en los distintos tratamientos, a los 0, 3, 7 y 14 días después de la aplicación. Valor medio \pm desvío estándar.

Tratamiento	Días después de la aplicación			
	0	3	7	14
T1	93 \pm 7	76 \pm 6 ab	84 \pm 6 a	42 \pm 6
T2	91 \pm 6	89 \pm 4 a	60 \pm 7 ab	33 \pm 0
T3	89 \pm 6	73 \pm 10 ab	76 \pm 16 ab	29 \pm 9
T4	98 \pm 2	73 \pm 14 ab	60 \pm 4 ab	40 \pm 13
T5	84 \pm 8	58 \pm 15 bc	53 \pm 10 bc	16 \pm 8
T6	91 \pm 2	62 \pm 2 ab	31 \pm 2 cd	7 \pm 4
T7	91 \pm 2	29 \pm 10 c	11 \pm 4 d	11 \pm 8
Valor p	0,7311	0,0182	0,0005	0,0584
DMS	-	29,0	26,5	-

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0,05$); DMS= diferencia mínima significativa

Tabla 4. Porcentaje de plantas de maíz con daño mayor a 3 en la escala de Davis, en los distintos tratamientos, a los 0, 3, 7 y 14 días después de la aplicación. Valor medio \pm desvío estándar.

Tratamiento	Días después de la aplicación			
	0	3	7	14
T1	80 \pm 8	89 \pm 4 a	96 \pm 2 a	71 \pm 17 a
T2	89 \pm 2	93 \pm 4 a	73 \pm 7 ab	64 \pm 4 a
T3	84 \pm 6	91 \pm 9 a	80 \pm 14 ab	47 \pm 8 ab
T4	96 \pm 2	82 \pm 11a	76 \pm 9 ab	71 \pm 4 a
T5	100 \pm 0	78 \pm 5 a	60 \pm 10 bc	33 \pm 17 bc
T6	91 \pm 2	73 \pm 4 a	42 \pm 5 cd	18 \pm 8 c
T7	80 \pm 6	49 \pm 15 b	22 \pm 6 d	27 \pm 10 bc
Valor p	0,105	0,0077	0,001	0,0047
DMS	-	20,7	25,0	28,1

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0,05$); DMS= diferencia mínima significativa



CONSIDERACIONES FINALES

En las parcelas tratadas con Spinetoram, la población de *S. frugiperda* disminuyó a los tres días después de la aplicación. A los 14 DDA las parcelas tratadas con Spinetoram, Clorantraniliprole y Clorfenapir (1000cc/ha) se diferenciaron del Testigo sin control químico, teniendo mayor control sobre las larvas y presentando menor porcentaje de daño de plantas. El porcentaje de eficiencia de control fue mayor en los tratamientos realizados con Clorantraniliprole, seguido por Spinetoram y Clorfenapir (1000 cc/ha) respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

A Javier Caporgno, Germán Demichelis y Marcelo Martoglio de la AER Ceres por la ayuda brindada durante la conducción del ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267.
- Capinera, J. L. 2017. Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Publication EENY-098, University of Florida IFAS Extension, 6 pp. En <https://edis.ifas.ufl.edu/in255> accedido en junio de 2019.
- CASAFE, 2013. Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina 2013/2015. Ed: Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. Bs As (Arg.). Decimosexta edición. 1185 p.
- Chandrasena, D. I.; A. M. Signorini; G. Abratti, N. P. Storer; M. L. Olaciregui; A. P. Alves y C. D. Pilcher. 2017. Characterization of field-evolved resistance to *Bacillus thuringiensis* derived Cry1F δ -endotoxin in *Spodoptera frugiperda* populations from Argentina. Pest Management Science Volume 74, Issue 3.
- Davis, F.; S. S. Ng y W. P. Williams. 1992. Visual rating scale for screening whorl stage corn resistance to fall armyworm. Tech. Bull. 186. USDA, ARS. Mississippi State Univ., USA.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. InfoStat versión 2019. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- EPA, 2011. Spinosad and spinetoram summary document registration review: Initial docket September 2011. Disponible en: <https://www.regulations.gov/document?D=EPA-HQ-OPP-2011-0666-0002> accedido en abril de 2020.
- FAO, 2017. Spinetoram. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Evaluation08/Spinetoram.pdf accedido en mayo de 2020.
- Fava, F. 2018. Evaluación de la eficacia de insecticidas para el control de la “oruga cogollera” *Spodoptera frugiperda* en maíz. INTA Manfredi. Protección vegetal. Artículos digitales de divulgación. ISSN 2618-284X. En <https://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-de-la-eficacia-de-insecticidas-para-el-control-de-la-oruga-cogollera-spodoptera-frugiperda-en-maiz> accedido en marzo de 2020.
- Massoni, F.A.; Trossero M.A. y J.E. Frana. 2017. Monitoreo del daño del “gusano cogollero” (*Spodoptera frugiperda*) en híbridos de maíz MG, VT3P, PW, Vip3. Campaña 2016/17.



- Publicación Miscelánea N°135. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2017-2018. EEA INTA Rafaela, INTA Ediciones, Octubre de 2017, pp. 70-77
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Presidencia de la Nación. 2019. Datos abiertos de Agroindustria. Producción de maíz nacional. Período anual: año 2007/2008-2017/2018. En <https://datos.magyp.gob.ar> accedido en abril de 2020.
- Ritchie, S.W. y Hanway, J.J. 1982. How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48, Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service.
- Szwarc, D.; D. Vitti Scarel y M. Almada. 2015. Daño de gusanos "cogollero" y "de la espiga" en maíces Bt, en dos fechas de siembra. INTA EEA Reconquista. Voces y ecos. 16, N° 34. En <https://inta.gob.ar/documentos/dano-de-gusanos-cogollero-y-de-la-espiga-en-maices-hibridos> accedido en junio de 2019.
- Vickery, R. 1929. Studies on the fall army worm in the gulf coast district of Texas. Technical bulletin N° 138. En <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT86200132/PDF> accedido en junio de 2019.



PREVALENCIA DE LA MOSCA DEL TALLO DE LA SOJA (*Melanagromyza sojae*) EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

TROSSERO, M.^{1*} y ZUIL, S.²

¹IDICAL INTA-CONICET. ²INTA EEA Rafaela
*Autor de contacto: trossero.marcia@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La larva de la mosca del tallo de la soja (*Melanagromyza sojae*) es un díptero de la familia Agromyzidae que causa daño al cultivo de soja (Talekar, 1989, Wang y Gai, 2001). La especie está ampliamente distribuida en Asia (Wang y Gai, 2001; Thapa, 2012), parte de Rusia (Strakhova *et al.*, 2013), Australia (Shepard *et al.*, 1983, Charleston, 2013) y España (Gil-Ortiz *et al.*, 2010). En Latinoamérica, fue encontrada en Brasil desde la década de los 80 en los estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná (Gassen y Schneider, 1985; Guedes, 2015; Arnemann *et al.*, 2016) y en la sabana brasilera en 2018 (Czepak *et al.*, 2018), mientras que en Paraguay fue registrada en 2015 (Benítez-Díaz, 2015; Guedes *et al.*, 2017; Curioletti *et al.*, 2018). En Argentina, en 2019 se reportaron daños en el cultivo de garbanzo en el norte de Córdoba (Est. Exp. Obispo Colombes, 2019) y en 2020 en el cultivo de soja en el centro de Santa Fe (Trossero *et al.*, 2020), Entre Ríos (Saluso, 2020) y Tucumán (Est. Exp. Obispo Colombes, 2020).

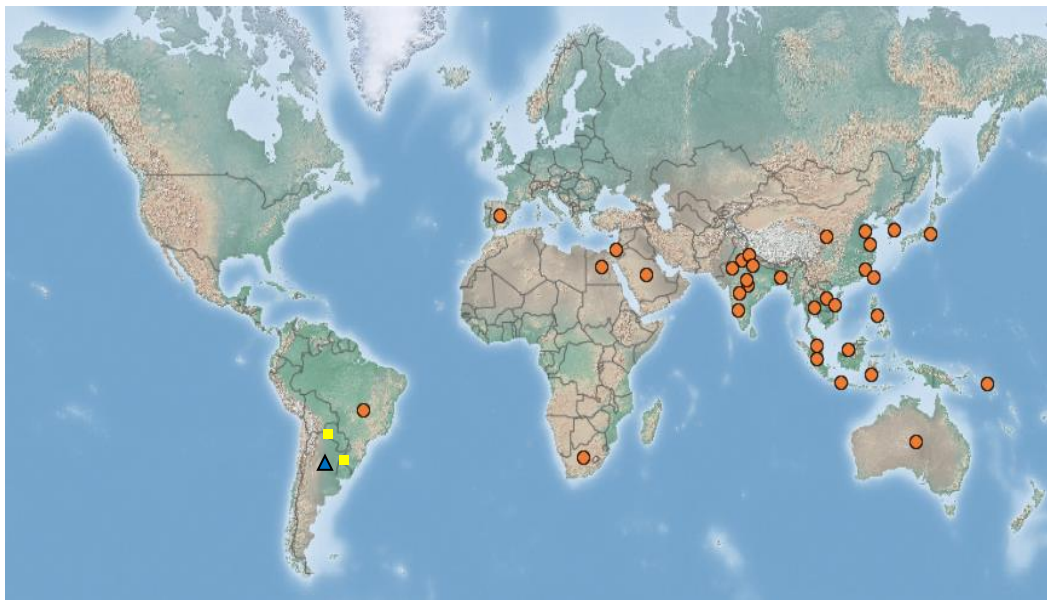


Figura 1. Distribución mundial de *Melanagromyza sojae* reportada en soja. ●: CABI, 2015. ■: Bolivia (Vitorio *et al.*, 2019) y Paraguay (Guedes, *et al.*, 2017). ▲: Primer reporte oficial de Argentina en 2020 (Trossero *et al.*, 2020).



La hembra de *M. sojae* introduce el ovipositor e inserta el huevo en el tejido vegetal, preferentemente en la cara abaxial de las hojas nuevas. La larva eclosiona luego de 2-4 días y migra internamente por la nervadura más cercana, avanzando a través del pecíolo hasta el tallo, donde comienza a barrenar formando galerías. Esta larva es de color amarillento, mide aproximadamente 2-3 mm con la cápsula cefálica perceptible a través de las mandíbulas, mientras que los dos puntos negros del último segmento abdominal pertenecen a los espiráculos. El período larval puede variar de 7 a 12 días. El estado de pupa tiene una duración de aproximadamente 10 días y se la observa dentro de la galería en el tallo. El adulto es de color negro brillante y mide aproximadamente 3 mm de largo. El ciclo de vida completo varía de 16 a 26 días (Hirose y Moscardi, 2012; Charleston, 2013). El ciclo de vida de los insectos en general está influenciado por las condiciones ambientales. En cuanto a la mosca del tallo de la soja, está reportado que su incidencia está positivamente correlacionada con altas temperaturas (entre 24,9 y 25,2°C), alta humedad relativa y abundantes precipitaciones (Gaur y Mogalapu, 2018).

La larva de la mosca del tallo de la soja con su alimentación puede reducir el diámetro del tallo, la altura de la planta y la distancia de los entrenudos. También es posible observar un engrosamiento en la base del tallo, lo que resulta en “enanismo” o deficiencia en suministro de nutrientes. En la fase reproductiva del cultivo podría observarse una reducción en el número de vainas. Además, la soja plantada más tarde infestada por *M. sojae* puede presentar un rendimiento de grano reducido hasta un 21 % (Gassen y Schneider, 1985).

En lotes de soja ubicados en Rafaela, Santa Fe, se observaron larvas barrenando la parte inferior del tallo hasta sectores cercanos a la raíz y, en algunos casos, se hallaron daños en ramificaciones. No obstante, las plantas que presentaron galerías no manifestaron reducción de la altura, número de nudos y estructuras florales en comparación con plantas sin daño (Trossero *et al.*, 2020).

El conocimiento de la distribución de insectos es una de las etapas iniciales para construir un plan de muestreo eficiente. Para evaluar la distribución espacial de insectos se utilizan diversos modelos matemáticos. La dispersión espacial de una población en un agroecosistema puede ajustarse a tres modelos: agregado (o contagioso), aleatorio (o al azar) o uniforme (o regular) (Southwood, 1978; Kuno, 1991). Se destacan los modelos probabilísticos (Poisson y Binomial negativa, entre otros) por la amplia aceptación relatada en diversos trabajos publicados y por la simplicidad matemática (Fernandes *et al.*, 2003; Fonseca *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2013). El conocimiento de la distribución espacial de plantas de soja con signos de *M. sojae* permitirá elaborar el mapa de prevalencia en cultivos del departamento Castellanos y San Cristóbal de la provincia de Santa Fe en la campaña 2020 y sentar las bases para un muestreo rápido, efectivo y confiable.



Los objetivos del presente trabajo fueron: i) realizar un relevamiento de lotes con presencia de la mosca del tallo de la soja, ii) estimar el porcentaje de plantas infestadas; iii) determinar el modelo de ajuste de la distribución espacial de la variable porcentaje de plantas infestadas y iv) estimar la distribución espacial en los departamentos Castellanos y San Cristóbal de la provincia de Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El muestreo se realizó en la provincia de Santa Fe, principalmente en los departamentos Castellanos y San Cristóbal (Tabla 1). Climáticamente esta región presenta un régimen promedio anual de precipitaciones entre 880 y 960 mm en Ceres y Rafaela, respectivamente. La temperatura media histórica durante el ciclo de soja (noviembre a abril) está comprendida entre 23,1 y 22,4 °C en Ceres y Rafaela, respectivamente.

Muestreos

Los muestreos de *M. sojae* en soja se realizaron a partir del mes de febrero hasta mayo de 2020 en la provincia de Santa Fe. Se evaluaron un total de 22 lotes (Tabla 1). En cada lote se identificaron estaciones de muestreo al azar evitando las zonas periféricas. En cada estación de muestreo se recolectaron 10 plantas continuas, que fueron llevadas al laboratorio de Entomología de la EEA Rafaela de INTA. Allí se realizaron disecciones longitudinales de tallos y ramificaciones y se clasificaron en plantas sanas y plantas con daño por *M. sojae*. Asimismo, se registró la presencia de larvas y pupas en el interior de las galerías de tallos con daños. El porcentaje de daño de cada muestra se calculó como la relación entre plantas con daño y la cantidad de plantas muestreadas. Los puntos 23 y 24 (Tabla 1) corresponden a sitios en los que se reportó la presencia de *M. sojae*.

Se obtuvieron los datos de temperatura, humedad y precipitaciones de la Estación Agrometeorológica de la EEA Rafaela y de la AER Ceres del INTA para relacionarlos con el umbral de temperatura propuesto por Gaur y Mogalapu (2018).

Se analizó la dispersión de las plantas con daño mediante distribuciones de frecuencias. Para el análisis de la distribución teórica de frecuencias, se utilizaron la distribución de Poisson, Binomial Positiva y Binomial Negativa (Serra *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2016). La distribución de Poisson o distribución aleatoria se caracteriza por presentar varianza igual a la media ($S^2 = m$). La distribución Binomial Negativa presenta varianza mayor que el promedio, indicando de esta forma, distribución agrupada (Young y Young, 1998). Para verificar el ajuste de los datos colectados a campo a las distribuciones teóricas de frecuencia, se utilizó un test Chi-cuadrado de prueba de bondad de ajuste que compara el total de las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas, de acuerdo con Young y Young (1998). Un valor p menor al nivel de significación nominal de la prueba ($p < 0,05$) conduce al rechazo del modelo distribucional evaluado (hipótesis alternativa).



Los análisis se realizaron mediante el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2017) y el mapa de distribución espacial de *Melanagromyza sojae* se realizó con el programa QGIS.

Tabla 1. Ubicación de lotes, números de muestras colectadas por lote, cultivo antecesor, estado fenológico del cultivo y estado del cultivo (MB: Muy Bueno, B: Bueno, R: Regular, M: Malo).

ID	Latitud	Longitud	N° muestras	Cultivo antecesor	Estado fenológico	Estado del cultivo
1	-31.279	-61.637	3 de 10	Trigo	R3	B
2	-31.375	-61.688	3 de 10	Maíz	R5,5	R-B
3	-31.464	-61.713	3 de 10	Trigo	R3	B
4	-31.465	-61.820	3 de 10	Trigo	R3	B
5	-31.434	-61.991	3 de 10	Trigo	R5,2	MB
6	-31.332	-61.968	3 de 10	Trigo	R4	B
7	-31.257	-61.946	3 de 10	--	R4	R-B
8	-31.183	-61.929	3 de 10	Trigo	R3	B
9	-31.198	-61.843	3 de 10	Trigo	R5,5	B-MB
10	-31.215	-61.745	3 de 10	Trigo	R4	MB
11	-31.241	-61.613	3 de 10	Trigo	R3	B-MB
12	-29.932	-61.893	3 de 10	Trigo	R7	B
13	-30.072	-61.806	3 de 10	Trigo	R7	B
14	-30.311	-61.893	3 de 10	Trigo	R7	MB
15	-30.456	-61.933	3 de 10	--	R7	B
16	-30.982	-61.707	3 de 10	Girasol	R7	M
17	-30.923	-61.550	3 de 10	Trigo	R4	MB
18	-31.131	-61.476	3 de 10	Maíz	R7	B
19	-31.202	-61.501	5 de 10	Trigo	R5	B
20	-31.204	-61.505	5 de 10	Cen-Nabo ¹	R5,5	B
21	-31.203	-61.501	5 de 10	Trigo	R5	B
22	-29.899	-61.964	1 de 100	Trigo	--	R
23 ²	-29.667	-61.863	--	--	--	--
24 ³	-28.926	-59.656	--	--	--	--

¹ Cultivo de cobertura compuesto de centeno y nabo forrajero.

² Informado por el Ing. Agr. J. Caporgno, AER Ceres.

³ Informado por el Ing. Agr. A. Gallard, Cooperativa Agrícola Ganadera Unión Agrícola de Avellaneda.



RESULTADOS Y DISCUSION

En total se muestrearon sistemáticamente 22 lotes de soja en el Centro Oeste de Santa Fe, pero se pudieron incluir dos lotes que amplían el área de presencia del agromícido. Durante la campaña 2019/20, a partir del 1 de noviembre, las condiciones de temperatura media fueron conducentes para la aparición y la incidencia de *M. sojae* (Figura 1), que según Gaur y Mogalapu (2018) ocurre cuando están por encima de 25°C, asociadas con condiciones de elevada humedad relativa. Las condiciones térmicas de Ceres (departamento San Cristóbal) fueron más conducentes para *M. sojae* que las de Rafaela, sin embargo, la distribución de precipitaciones la situación fue inversa.

Se muestrearon un total de 790 plantas de las cuales el 21,1 % presentó tallo o ramificaciones con daños. De las 70 estaciones muestreadas (Figura 2), el 19 % no presentó daño, el 41% concentró entre un 10 y 20% de daño, mientras que el 40% restante tuvieron una presencia de *M. sojae* mayor al 20 %. En ninguno de los muestreos se observó una presencia superior al 80% de las plantas con daño de *M. sojae*.

De las distribuciones probabilísticas evaluadas, la Binomial Negativa es la que mejor se ajustó al conjunto de datos. ($P=0,0001$, $P=0,1136$ y $P=0,0001$ corresponden a las distribuciones Poisson, Binomial Negativa y Binomial Positiva, respectivamente). El exponente K de la Distribución Binomial Negativa es un índice adecuado de dispersión ya que está influenciado por el tamaño de las unidades de muestreo. Este parámetro es una medida inversa del grado de agregación, por lo cual, valores negativos indican una distribución regular o uniforme, los valores positivos cercanos a cero indican disposición agregada y los valores superiores a ocho indican una disposición al azar (Elliot, 1977; Southwood, 1978). El valor K obtenido para *M. sojae* fue de 0.75 lo que indica un patrón de agregación de la población en el territorio centro-oeste de Santa Fe.

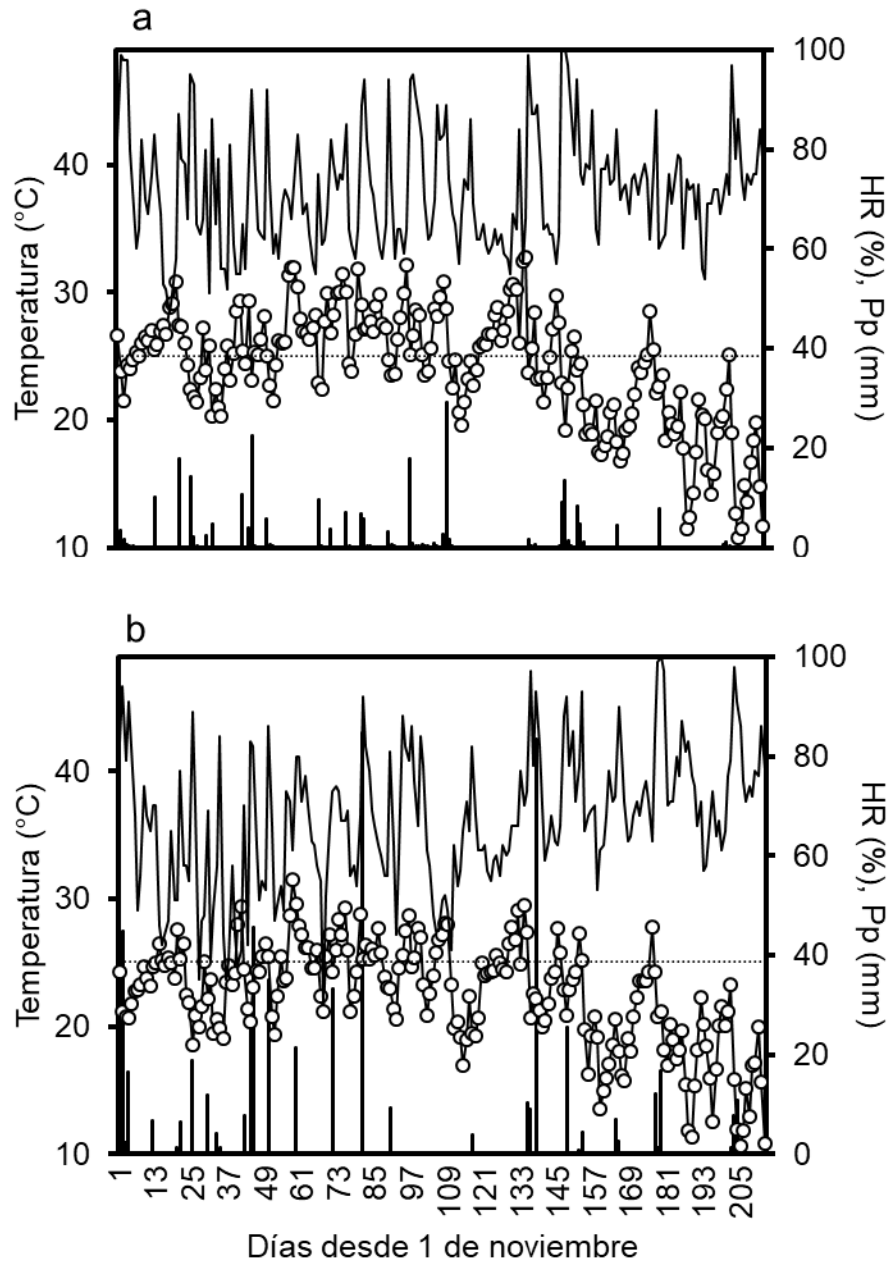


Figura 1. Condiciones meteorológicas en a) Ceres y b) Rafaela de temperatura media diaria (círculos blancos), Humedad relativa (HR en %, línea continua) y precipitaciones (Pp en milímetros, columnas) en función de los días desde el 1 de noviembre hasta el 31 de mayo. Línea punteada corresponde al valor umbral de temperatura de 25 °C propuesto por (Gaur y Mogalapu, 2018).

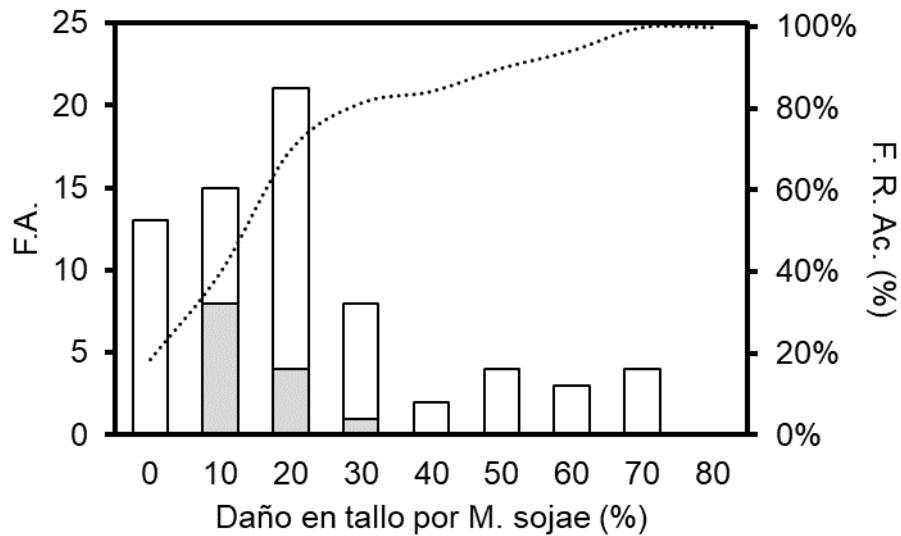


Figura 2. Distribución de Frecuencia Absoluta (F.A., n) y Relativa Acumulada (F. R. Ac., %) de los porcentajes de daños en plantas y con presencia de Larvas + pupas (columnas blancas y grises respectivamente) de *M. sojae* en los lotes evaluados en el centro-norte de la provincia de Santa Fe.

De modo gráfico, si bien en todos los lotes hubo presencia de *M. sojae*, el 68 % de los mismos tuvo entre un 6 y un 20% de plantas con daño. Solamente hubo una incidencia mayor al 60 % de tallos con presencia de *M. sojae* en lotes de soja de siembra tardía (enero-febrero) o luego de la cosecha de girasol.

Asimismo, los puntos correspondientes al departamento 9 de Julio y General Obligado corresponden a lotes informados por la AER Ceres del INTA y la Cooperativa Unión Agrícola Avellaneda. Esto indica que la población de *M. sojae* estaría dispersa en todo el centro-norte de la provincia de Santa Fe.

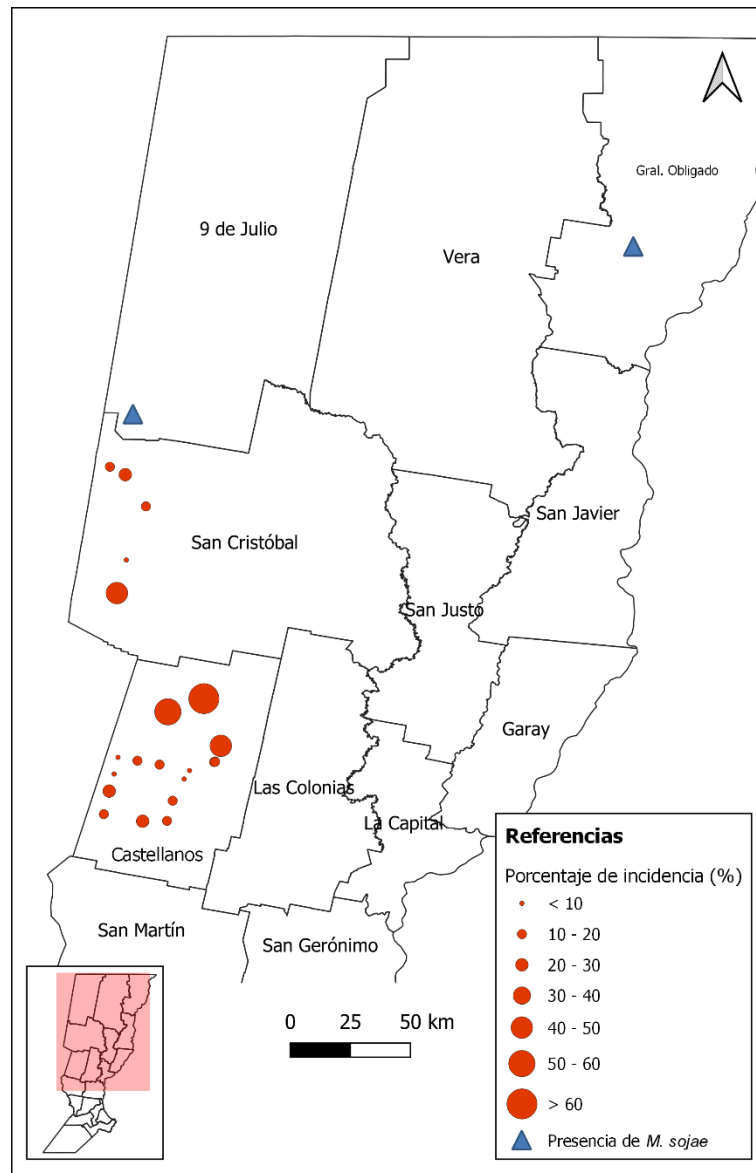


Figura 3. Distribución de *Melanagromyza sojae* en el cultivo de soja en la provincia de Santa Fe. Círculos y triángulos representan lotes con presencia de *M. sojae*. Tamaño de los círculos indican el porcentaje de incidencia de *M. sojae*.

Si bien la hospedera preferida por *M. sojae* es soja (Hirose y Moscardi, 2012), hay otras especies citadas para este insecto (Tabla 2). Algunas de las reportadas son perennes (como por ejemplo alfalfa) o bien de ciclo invernal (por ejemplo, garbanzo o arveja) que le permitirían superar el periodo invernal. De estos posibles hospederos en Argentina, además de soja, también se ha reportado en garbanzo. En base a esto es posible confirmar la presencia de este insecto en dichos cultivos, relevar nuevas especies hospederas y evaluar si *M. sojae*, genera reducciones en el crecimiento vegetal.



Tabla 2. Plantas hospederas de *M. sojae* citadas a nivel mundial (CABI, 2015; Hirose y Moscardi, 2012; EEOC Tucumán, 2019)

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Glycine max</i>	Soja
<i>Cicer arietinum L *</i>	Garbanzo
<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalaria
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa
<i>Melilotus sp.</i>	Melilotus
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Poroto, Frijol
<i>Pisum sativum</i>	Arveja
<i>Vigna angularis</i>	Poroto adzuki
<i>Vigna radiata</i>	Poroto mung
<i>Vigna unguiculata</i>	Caupí

CONSIDERACIONES FINALES

Se encontró *Melanagromyza sojae* en todos los lotes muestreados, demostrando una amplia distribución en el centro y norte de Santa Fe. En esta misma campaña, también fue detectada en Entre Ríos (Saluso, 2020) y Tucumán (Est. Exp. Obispo Colombres, 2020), por lo que este insecto estaría distribuido desde la latitud 31°27'S 61°49'W hacia el norte. No obstante, es posible que también se encuentre en el sur.

El modelo Binomial Negativo fue el que mejor describió la distribución espacial de *M. sojae* en el cultivo de soja. Este modelo exige un menor número de unidades de muestreo por área en comparación a los modelos de muestreo convencional, para que los datos obtenidos en el muestreo no subestimen o sobreestimen el número de insectos en el área. El conocimiento del arreglo espacial de *M. sojae* en la zona estudiada, facilitará la realización de futuros muestreos en el cultivo de soja.

Si bien es un insecto nuevo que afecta al cultivo de soja en Argentina, se desconoce si hay alguna tolerancia genotípica al daño. También es necesario cuantificar si hay disminución de rendimiento del cultivo en el país.

También es necesario evaluar hospederos alternativos para comprender la dinámica poblacional de *M. sojae* y entender cómo supera el periodo invernal y determinar los factores naturales de mortalidad, principalmente los parasitoides.



BIBLIOGRAFÍA

- Arnemann, J., Walsh, T., Gordon, K., Brier, H., Guedes J. y Tay, W. 2016. Complete mitochondrial genome of the soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae). *Mitochondrial DNA Part A*. 27: 4534-4535.
- Benítez-Díaz, E. A. 2015. *Melanagromyza* sp. (Diptera: Agromyzidae) mosca barrenadora del tallo en soja. Circular Técnica N. 7, SENAVE. Disponible en: <<http://www.senave.gov.py/docs/circular/Circular-Tecnica-N7-Melanagromyza-2015.pdf>>. Acceso: 05 de mayo de 2020.
- CABI. 2015. Plantwise Knowledge Bank. Soybean stem miner (*Melanagromyza sojae*). 2015. Disponible en: <<http://www.plantwise.org/knowledgebank/datasheet.aspx?dsid=33003>>. Acceso: 03 de marzo de 2020.
- Charleston, K. 2013. Soybean stem fly outbreak in soybean crops. Disponible en: <<https://thebeatsheet.com.au/soybean-stem-fly-outbreak-in-soybean-crops/>>. Acceso: 03 de marzo de 2020.
- Curioletti, L., Arnemann, J., Muraro, D., Melo, A., Perini, C., Cavallin, L. y Guedes, J. 2018. First insights of soybean stem fly (SSF) *Melanagromyza sojae* control in South America. *Australian Journal of Crop Science*, 12(5): 841-848.
- Czepak, C., Nunes, M.L., Carvalhais, T., Anjos, M., Silverio, R., Oliveira Lima, P., Albernaz, K., Monteiro de Lima Junior, A., Sartori, R. y Costa, P. 2018. First record of the soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in the Brazilian Savannah. *Pesq. Agropec. Trop.* 48: 200-203.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión. 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Elliot, J. M. 1977. Some methods for the statistical analysis of sample of benthic invertebrates. 2° ed. Ambleside, Westmorland, UK: Freshwater Biological Association. p. 160.
- Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres - Tucumán. 2019. Disponible en: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/827528/actualidad/aconsejan-estar-alertas-ante-nueva-plaga-soja.html>.
- Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres - Tucumán. 2020. Detectan nueva plaga en los cultivos de soja y poroto. Disponible en: <https://www.revistachacra.com.ar/nota/34475-detectan-nueva-plaga-en-los-cultivos-de-soja-y-poroto/>.
- Fernandes, M., Busoli, A. y Barbosa, J. 2003. Distribuição espacial de Alabama argillacea (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. *Neotrop Entomol.* 32(1): 107-115.
- Fonseca, P., Fernandes, M., Degrande, P., Mota, T. y Kassab S. 2013. Spatial distribution of adult *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) and buds with feeding punctures on conventional and Bt cotton. *Semina: Ciências Agrárias.* 34(3): 1129-1138.
- Gassen, D. y Schneider, S. 1985. Ocorrência de *Melanagromyza* sp. (Dip., Agromyzidae) danificando soja no sul do Brasil. In: Reunião De Pesquisa da Soja da Região Sul, 13, Porto Alegre.
- Gaur, N. y Mogalapu, S. 2018. Pests of Soybean. Pp. 137-162. In: Omkar (ed.) *Pests and Their Management*. Springer, Singapore.
- Gil-Ortiz, R., Martínez, M. y Jiménez-Peydró, R. 2010. First record of *Melanagromyza sojae* (Zehnter) (Diptera: Agromyzidae) in Europe. *Journal of Entomological Science*, 45(2): 190-192.
- Guedes, J. 2015. Mosca-da-haste da soja no Brasil. *Cultivar Grandes Culturas*, v. 16, n. 197, p. 28-30.



- Guedes, J., Arnemann, J., Curioletti, L., Burtet, L., Ramírez-Paredes, M., Noschang, D., Irala de Oliveira, I. y Tay, W. 2017. First record of soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in Paraguay confirmed by molecular evidence. *Genetics and Molecular Research*, 16(3): gmr16039707.
- Hirose, E. y Moscardi, F. 2012. Insetos de outras regiões do mundo. In: EMBRAPA. Manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF: Embrapa Soja. p. 445-492.
- Kuno, E. 1991. Sampling and analysis of insect populations. *Annu Rev Entomol.* 36(1): 285-304.
- Saluso, A. 2020. Información importante sobre la “Mosca barrenadora de la soja”. *Boletín Entomológico* N° 264. Año XII. Centro Regional Entre Ríos- Estación Experimental Agropecuaria Paraná. Serie NOTAS TÉCNICAS ISSN 0325-8890 INTA Paraná. Disponible en:
<https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_boletin_entomologico_n_265.pdf>. Acceso: 13 de marzo de 2020.
- Serra, G., La Porta, N., Mazzuferi, V. y Avalos, S. 2005. Spatial distribution of *Colias lesbia* (Lepidoptera: Pieridae) eggs in alfalfa fields in the central region of Córdoba (Argentina). *Agriscientia* XXII (2): 79-85.
- Shepard, M., Lawn, R., y Schneider, M. 1983. Insects on grain legumes in northern Australia: a survey of potential pests and their enemies. Brisbane: University of Queensland Press.
- Silva, A., Mota, T., Piñeyro, N., Fernandes, M. y Pereira, F. 2016. Distribución espacial de *Vatiga spp.* (Hemiptera: Tingidae) en el cultivo de yuca. *Acta Biol. Colomb.*; 21(1): 195-200.
- Southwood, T. 1978. *Ecological methods*. New York: John Wiley & Sons. 525 p.
- Souza, L., Barbosa, J., Grigolli, J., Fraga, D., Maldonado Jr W y Busoli, A. 2013. Spatial distribution of *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) in soybean. *Neotrop Entomol.* 42(4): 412-418.
- Strakhova, I., Yefremova, Z., Tschirnhaus, M. y Yegorenkova, E. 2013. The parasitoid complex (Hymenoptera, Eulophidae) of leafminer flies (Diptera, Agromyzidae) in the middle Volga Basin. *Entomological Review*, 93 (7): 865-873.
- Talekar, N. 1989. Characteristics of *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) damage in soybean. *Journal of Economic Entomology*, 82 (2): 584-588.
- Thapa, R. 2012. Redescription of *Melanagromyza sojae* (Zehntner) from India and Nepal. *Nepalese Journal of Bioscience*, 2 (1): 64-70.
- Trossero, M., Zuil, S. y Frana, J. 2020. Mosca del tallo de la soja, *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae), en el centro de Santa Fe. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Hoja Informativa, EEA Rafaela, Marzo 2020. Disponible en: <<https://inta.gob.ar/documentos/mosca-del-tallo-de-la-soja-melanagromyza-sojae-diptera-agromyzidae-en-el-centro-de-santa-fe>>. Acceso: 13 de marzo de 2020.
- Vitorio, L., Bazán, A., Arnemann, J., Pozebon, H., Ugalde, G., Marques, R., Bevilaqua, J., Puntel, L., Colpo, T., Perini, C. y Guedes, J. 2019. First record of the soybean stem fly *Melanagromyza sojae* (Diptera: Agromyzidae) in Bolivia. *Genetics and Molecular Research* 18 (1): gmr18222.
- Wang, J. y Gai, J. 2001. Mixed inheritance model for resistance to agromyzid beanfly (*Melanagromyza sojae* Zehntner) in soybean. *Euphytica*, 122 (1): 9-18.
- Young, L. J. y Young, J.H. 1998. *Statistical ecology: a population perspective*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 565 p.



EFICACIA INSECTICIDA EN EL CONTROL DE “LA ORUGA DE LAS LEGUMINOSAS” *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) en soja.

MASSONI, F.A.^{1*}; TROSSERO, M.A.¹.

¹IDICAL INTA-CONICET

*Autor de contacto: massoni.federico@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

La “oruga de las leguminosas” (*Anticarsia gemmatalis*) es una plaga que afecta al cultivo de soja en estado reproductivo, produce daños en hojas y vainas, normalmente a partir de R4-R5 (Navarro, et al. 2009). Es una especie migratoria que aparece anualmente en el norte de la región sojera, y durante la campaña agrícola se va dispersando hacia el sur hasta zonas templadas (Iannonne, 2014; Aragón, 2002). En la región centro de Santa Fe presenta dos picos de crecimiento poblacional, el primero se produce en enero, con individuos de hábitos defoliadores, y el segundo en marzo con la presencia individuos que dañan folíolos y vainas con granos en formación. Los adultos oviponen entre 900 y 1000 huevos que son colocados en forma aislada en el envés de las hojas, tallos y vainas (Navarro et al. 2009) y presentan seis estadios larvales que transcurren entre 15 a 20 días según las temperaturas (Aragón, 2002).

En la Región Pampeana, el hongo entomopatógeno *Nomuraea rileyi* (Farlow), es un importante controlador biológico natural de larvas de *A. gemmatalis*, cuando existen las condiciones ambientales para su desarrollo en soja, con eficacias de control de 81% en R5 y 100% en R5.5 (Massoni y Schlie, 2019). Sin embargo, en ausencia de estos biocontroladores, escasos depredadores, y en condiciones de elevadas temperaturas medias, pueden presentarse densidades poblacionales de estas orugas por encima de los umbrales de daño preestablecidos (Iannonne, 2012) y causar perjuicios con alto impacto económico sobre la producción. Por esta razón, para deprimir sus densidades poblacionales es necesaria una rápida y eficaz intervención con el uso de principios activos eficientes. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de control de diferentes insecticidas para *A. gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) y su selectividad hacia los organismos benéficos en soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela del INTA, durante la campaña agrícola 2019/2020. Se sembró soja NS 6483 el 5/12/2019 en directa a 0,52 m de espaciamiento entre líneas y a una densidad de 80 kg/ha. El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados (DBCA), con seis tratamientos (Tabla 1) y tres repeticiones. En cada parcela, representada por 8 surcos por 10 m de largo, se tomaron dos submuestras con “pañó vertical” de 1 m de largo (Gamundi, 1995). En cada tratamiento se estimó la presencia de orugas previa y posterior a la aplicación foliar (AF), los organismos benéficos depredadores y larvas muertas por el hongo *N. rileyi*.



Tabla 1. Producto, principio activo, composición y dosis empleadas en las aplicaciones foliares de los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Producto	Principio activo	Dosis*
T1	Testigo	Sin control	
T2	Expedition®	sulfoxaflor (10 g) + lambdacialotrina (15 g)	250 cc/ha
T3	Engeo®	tiametoxam (14,1 g) + lamdacialotrina (10,6 g)	200 cc/ha
T4	Quintal Xtra®	metoxifenocide (30 g) + spinetoram (6 g)	80 cc/ha
T5	Quintal Xtra®	metoxifenocide (30 g) + spinetoram (6 g)	120 cc/ha
T6	Curiom Fit®	benzoato de emamectina (5 g) + lufenuron (40 g)	50 g/ha

* Las dosis aplicadas fueron las comerciales indicadas en el marbete.

Las aplicaciones foliares (AF) se realizaron durante el estado de R5, según la escala fenológica de Fehr y Caviness (1977), momento a partir del cual el nivel poblacional de larvas de *A. gemmatalis* superó el umbral de daño (UD= 7-8 orugas/m > de 1,5 cm de largo y 15-20 % de defoliación) en soja de grupo VI a 0,52 m de distanciamiento (Iannonne, 2012). Se utilizó una mochila de gas carbónico y una barra de cuatro picos distanciados a 0,50 m. Se emplearon pastillas de cono hueco y presión de trabajo de 4 kg/cm² con un volumen de agua de 110 litros/ha.

Las orugas y organismos benéficos en los tratamientos se analizaron con modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) del INFOSTAT® (Di Rienzo et al., 2019). Debido a la naturaleza de la variable respuesta, se ajustó a una Distribución de Poisson. Se realizó la Prueba de hipótesis marginales (Wald) para efectos fijos. Las diferencias entre los valores medios se analizaron con el test LSD Fisher (alfa=0,05) del INFOSTAT®. Se analizó la eficacia de control en porcentajes aplicando la fórmula de Henderson-Tilton (Henderson y Tilton, 1955). Se analizaron las precipitaciones y temperaturas registradas por la Estación Agrometeorológica de la EEA INTA Rafaela.

RESULTADOS

El cultivo de soja inició su desarrollo en condiciones ambientales normales durante diciembre, con precipitaciones 20 mm superiores a la media histórica. Durante el mes de marzo, cuando estaba atravesando su período crítico, las temperaturas medias estuvieron por encima de la media histórica en 2,5 °C y las precipitaciones fueron inferiores a la serie de referencia (Figura 1). Estas condiciones favorecieron la presencia de elevadas densidades de larvas de *A. gemmatalis*, siendo la especie de lepidópteros plaga más abundante.

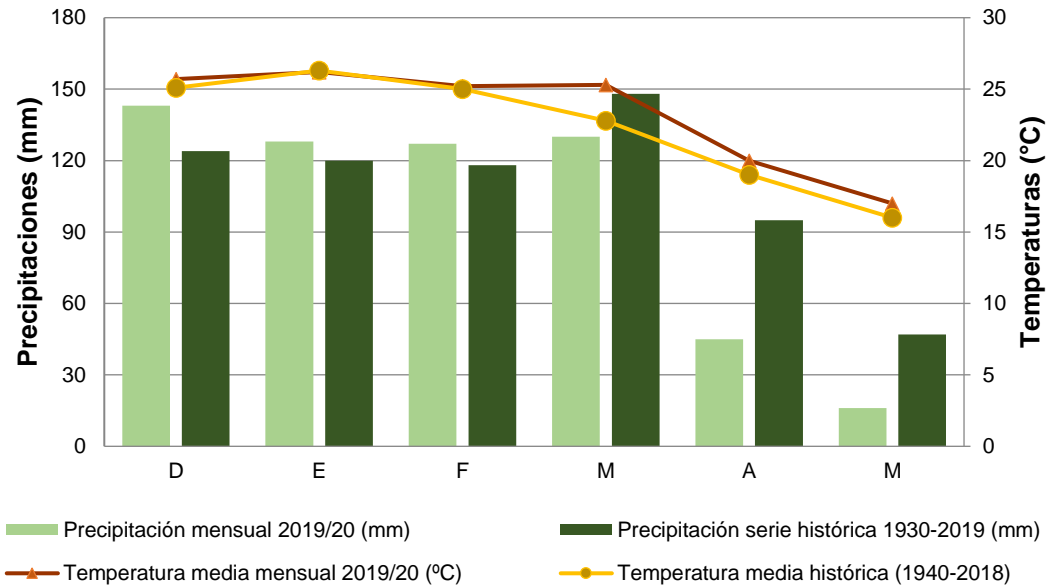


Figura 1. Precipitaciones y temperaturas medias mensuales durante el período experimental y sus respectivas series históricas. Datos obtenidos de la Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

Los muestreos de orugas defoliadoras comenzaron en el período vegetativo (V1) hasta alcanzar las máximas densidades durante la etapa de inicio de formación de granos (R5) el 3/3/2020. Las larvas *A. gemmatilis* se hallaron con un promedio de 3,7 orugas/m lineal (menores a 1,5 cm de largo) y 10,2 orugas/m lineal (mayores a 1,5 cm de largo) en todas las parcelas, valores que superaron a los umbrales de daño citados por lanonne (2012).

Las AF en los distintos tratamientos se realizaron el 4/3/2020. A los 6 días de la aplicación foliar (DDAF) se procedió al recuento final de orugas totales en el estadio de R5.5. En la Figura 2 se presentan las densidades poblacionales previas (Pre AF) y posteriores (Pos AF) a la aplicación. En los recuentos iniciales de cada parcela, se registraron densidades en un rango que osciló entre 10,8 individuos/m lineal en el T2 y 16,8 individuos/m lineal en el T3.

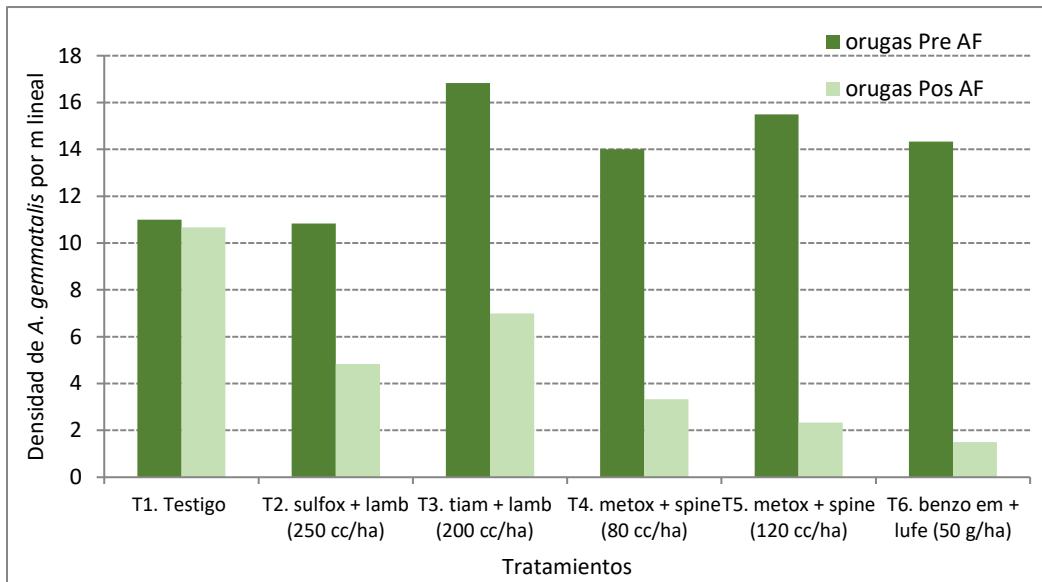


Figura 2. Densidades de larvas de *A. gemmatalis* en el momento previo (orugas Pre AF) y posterior (orugas Pos AF) a la aplicación foliar de los tratamientos.

Se analizaron las densidades poblacionales de larvas registradas en los recuentos posteriores a las aplicaciones (6 DDAF) en las parcelas evaluadas y se compararon con respecto al Testigo. En el análisis de los promedios del recuento, se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$).

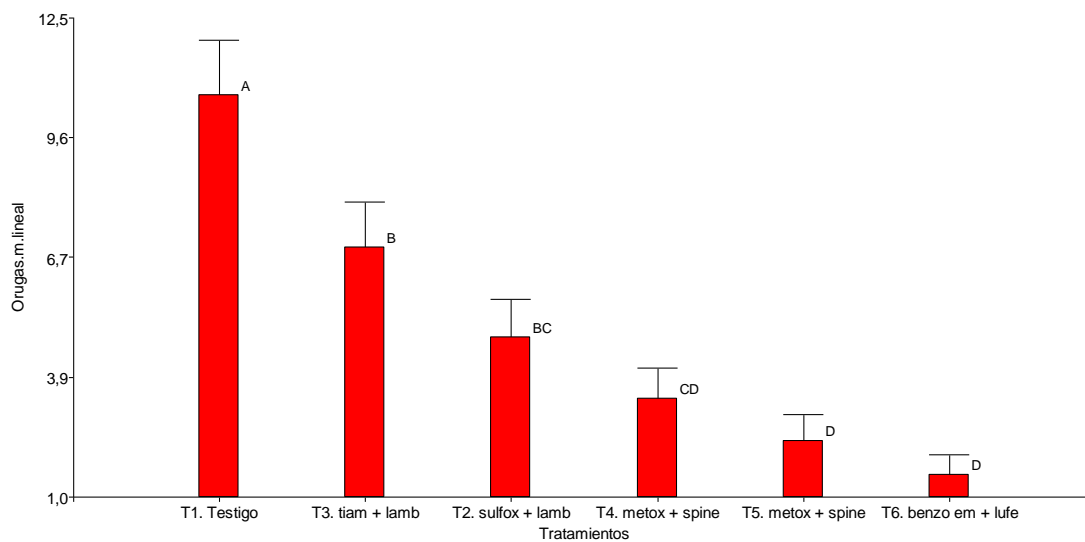


Figura 3. Densidad de larvas de *A. gemmatalis* en el recuento pos aplicación en R5.5. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).



Los tratamientos T6-benzoato de emamectina + lufenuron (50 g/ha) y T5-metoxifenocida + spinetoram (120 cc/ha) presentaron las menores densidades de larvas pos aplicación y se diferenciaron del tratamiento T3-tiametoxam + lambdacialotrina (200 cc/ha) y del Testigo (Figura 3).

Se analizaron los porcentajes de eficacia de control de los principios activos, mezclas y dosis utilizadas en el experimento. Los tratamientos T6-benzoato de emamectina + lufenuron (50 g/ha) y T5-metoxifenocida + spinetoram (120 cc/ha) fueron los más eficaces en el control de larvas de *A. gemmatilis* aplicados durante la etapa de llenado de granos (R5), con valores de 89% y 85%, respectivamente. El T4-metoxifenocida + spinetoram (80 cc/ha) también presentó un control aceptable (76%) (Figura 4). Estos activos actúan por contacto e ingestión y sus formulaciones afectan el sistema nervioso del insecto e inhiben el crecimiento de las larvas.

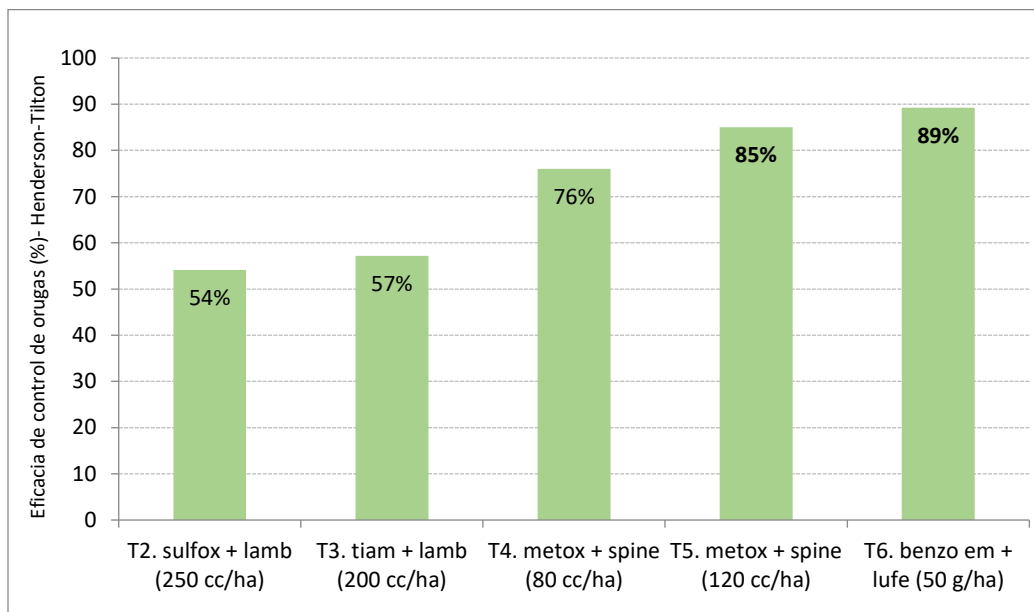


Figura 4. Porcentajes de eficacia de control de larvas de *A. gemmatilis* en los insecticidas evaluados.

Los organismos benéficos, depredadores y larvas muertas por el hongo *N. rileyi*, se hallaron en bajas densidades en los recuentos previos a la aplicación, registrándose 0,9 y 0,3 individuos/m lineal, respectivamente. Dentro de los depredadores estuvieron presentes las familias Pentatomidae, Nabidae, Anthocoridae, Lygaeidae, Reduviidae, Carabidae, Coccinellidae y el complejo de arácnidos.

Respecto a las densidades de depredadores halladas en los recuentos pos AF comparadas con el testigo no hubo diferencias estadísticas, sin embargo tuvieron una tendencia a ser significativamente diferentes ($p=0,0772$) (Figura 5).

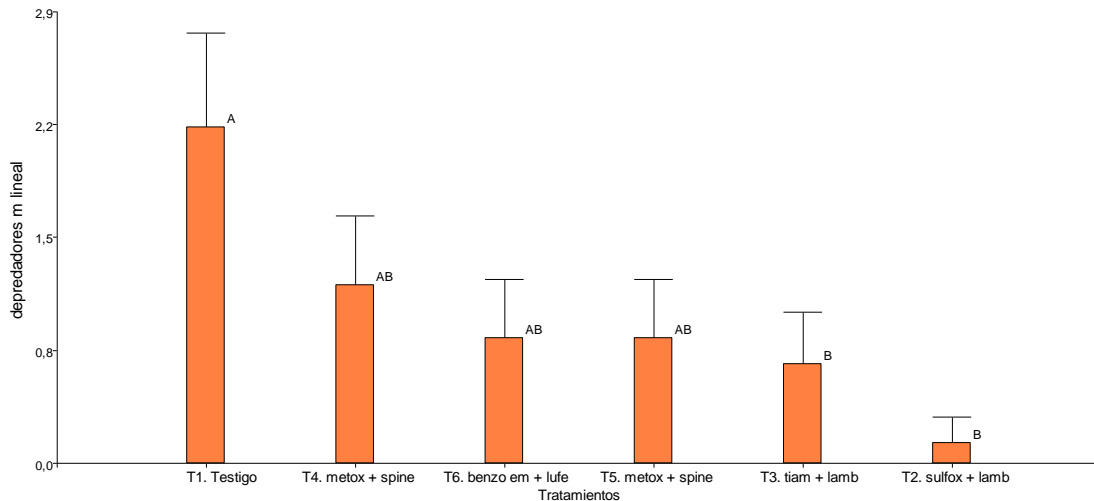


Figura 5. Densidad de depredadores por metro lineal en función de los tratamientos evaluados. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los tratamientos T2-sulfoxaflor + lambdacialotrina (250 cc/ha) y T3-tiametoxam + lambdacialotrina (200 cc/ha) se diferenciaron del Testigo, mientras que los tratamientos T4-metoxifenocida + spinetoram, (80 cc/ha), T5-metoxifenocida + spinetoram (120 cc/ha) y T6-benzoato de emamectina + lufenuron (50 g/ha) no fueron diferentes, observándose selectividad parcial hacia éstos organismos no blanco (Figura 5).

CONCLUSIÓN

Las fórmulas comerciales benzoato de emamectina + lufenuron (50 g/ha) y metoxifenocida + spinetoram (120 cc/ha) fueron las más eficaces en el control de larvas de *A. gemmatilis* aplicados durante la etapa de llenado de granos. En ambos productos se observó selectividad parcial a organismos no blanco. Por lo tanto, se sugiere su utilización a los efectos de proteger al cultivo de soja cuando sus densidades superen a los umbrales de daño.

BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, J.R. 2002. Insectos perjudiciales de la soja. INTA EEA Marcos Juárez. Rev. de Información sobre Investigación y desarrollo agropecuario (IDIA XXI) N°3, Oleaginosas, Sección Soja, Marcos Juárez, pp. 75-82.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión (2019). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Estación Agrometeorológica INTA EEA Rafaela, Santa Fe. Disponible en <http://rafaela.inta.gov.ar/agromet>. Accedido en Junio de 2020.
- Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. Stages of soybean development. Special Report 80, Iowa State University, Ames, Iowa, U.S.A 12 pp.



- Gamundi, J.C. 1995. Evaluación de técnicas de muestreo de insectos plaga y depredadores en cultivos de soja con diferentes sistemas de siembra y labranza. Primer Congreso Nacional de Soja, Segunda Reunión Nacional de Oleaginosas. AIANBA, Pergamino, Buenos Aires, Tomo II: IV 43-50.
- Henderson, C.F. and E.W. Tilton, 1955. Test with acaricides against the brow wheat mite, J. Econ. Entomol. 48: 157-161.
- Ianonne, N. 2012. Umbrales, defoliación y otros aspectos a considerar para la toma de decisión de control de defoliadoras. En: Sistema de alerta de plagas – Servicio Técnico INTA. Pergamino, 4 p.
- Ianonne, N. 2014. Las isocas no aflojarán. Sistema de alerta de plagas, 12 de febrero. *Anticarsia gemmatalis* INTA Pergamino, 5 p.
- Massoni, F.A y G. Schlie. 2019. Comparación de tecnologías de procesos e insumos para el manejo de invertebrados y patógenos plaga en soja RR1. Información técnica de cultivos de verano. Campaña 2019. Publicación Miscelánea - Año VII N°3, INTA EEA Rafaela, 59-75 pp.
- Navarro, F.R.; Saini, E.D; Leiva, P.D. 2009. Clave pictórica de polillas de interés agrícola. Agrupadas por relación de semejanza. Primera edición. INTA-EEA Pergamino e IMYZA-CNIA Castelar/FCN e Instituto “Miguel Lillo”, UNT, Buenos Aires, 100 p.



ENFERMEDADES





EFICIENCIA DE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE ROYA DE LA HOJA EN TRIGO. CAMPAÑA 2019.

SCHLIE, G.^{1*}

¹IDICAL INTA-CONICET
*schlie.german@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN.

El rendimiento del cultivo de trigo puede estar afectado por diversos factores como temperatura, disponibilidad hídrica, fecha de siembra, nutrición, plagas, entre otros. Entre ellos, las enfermedades foliares ocupan un lugar muy importante debido a la disminución del rendimiento que pueden ocasionar. Las de mayor importancia y prevalencia en los trigos de la región central de Santa Fe son: “Roya de la Hoja” (RH, *Puccinia triticina*), “Mancha Amarilla” (MA, *Dreschlera tritici-repentis*) y “Roya Amarilla o Estriada” (RA, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*).

Actualmente, el manejo de estas enfermedades se basa en dos pilares, el comportamiento sanitario propio del genotipo y el tratamiento químico. El primero comienza previo a la siembra del cultivo, cuando se realiza la elección del cultivar, seleccionando materiales con un buen perfil sanitario para enfermedades foliares (Schlie *et al.*, 2020). Mientras que el segundo pilar con el que cuentan los productores y asesores a la hora de disminuir el impacto de estas patologías sobre el rendimiento, son los fungicidas foliares. El uso de fungicidas en Argentina es una práctica comúnmente adoptada debido a la utilización de cultivares de susceptibilidad moderada o alta en ambientes con condiciones predisponentes para el desarrollo de los principales patógenos. Las estrobilurinas y triazoles son los más utilizados para el control de enfermedades en trigo (Fleitas *et al.*, 2015). Sin embargo, en los últimos años han aparecido moléculas del grupo de las carboxamidas que se incorporaron a las formulaciones, aumentando la oferta de principios activos en el mercado.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de diferentes principios activos fungicidas disponibles en el mercado, sus efectos sobre las enfermedades foliares y el rendimiento de trigo.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El ensayo se realizó en la EEA INTA Rafaela durante la campaña de trigo 2019 en un suelo Argiudol típico (Serie Rafaela). La siembra se realizó en directa, el 11/06/2019, sobre un rastrojo de soja y se utilizó el cultivar Algarrobo (Don Mario) de susceptibilidad conocida a RH. La fertilización se realizó a la siembra con una dosis de 200 kg urea ha⁻¹, incorporado por debajo y al costado de las semillas.

Las unidades experimentales constaron de 7 surcos de ancho, con una distancia entre surcos de 0,20 metros y 5 metros de largo (7 m²).



Se evaluaron 9 tratamientos, incluyendo 8 fungicidas específicos y un testigo absoluto (Tabla 1). El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorizados (DBCA) con 3 repeticiones.

Tabla 1. Tratamientos de fungicidas foliares, principios activos que los componen y cantidades en la mezcla (g 100 ml⁻¹) y sus respectivas dosis (cc ha⁻¹).

Tratamiento	Principio activo	Dosis (cc ha ⁻¹)*
T1	Trifloxistrobin (15g) + Prothioconazole (17,5g) + Bixafen (12,5g)	700
T2	Piraclostrobin (8,1g) + Epoxiconazole (5g) + Fluxapyrosad (5g)	1200
T3	Epoxiconazole (12g) + Kresoxim metil (12.5g)	1000
T4	Propioconazole (25g) + Benzovindiflupyr (4g)	500
T5	Piraclostrobin (13,3g) + Epoxiconazole (5g)	1000
T6	Trifloxistrobin (15g) + Prothioconazole (17,5g)	700
T7	Azoxistrobina (20g) + Epoxiconazole (10g)	500
T8	Azoxistrobina (20g) + Cyproconazole (8g)	400
T9	Testigo (sin tratar)	-

*Las dosis aplicadas fueron las comerciales indicadas en el marbete.

Las pulverizaciones correspondientes a los distintos tratamientos se realizaron en el estado de espigazón (Zadoks 5) el 25/09/19, cuando se cuantificó una incidencia del 10% y severidades del 1% de RH promedio en el ensayo. Dichas aplicaciones se realizaron entre las 10:00 y 11:30 hs con una temperatura media de 20 °C, humedad relativa del 45 % y una velocidad media del viento de 9 km h⁻¹. Se realizaron con mochila de gas carbónico a presión constante, con una barra de 4 picos con pastillas de cono huecos separados a 50 cm entre sí a un volumen aplicado fue de 150 litros ha⁻¹.

Previo a las aplicaciones del fungicida correspondientes a cada tratamiento, en macollaje (Zadoks 2) se realizó un monitoreo para evaluar la incidencia y severidad de enfermedades en el ensayo. Se registró la presencia de RA con valores de incidencia en hoja promedio del 5% y severidades bajas que no superaron el 2% en promedio en todo el ensayo. Debido a estos resultados, el 09/08, se procedió a realizar una aplicación con un fungicida compuesto por Epoxiconazole (5 g) y Piraclostrobin (13,3 g) a una dosis de 1000 cc ha⁻¹ en todo el ensayo a fin controlar dicha enfermedad y seguir con los tratamientos posteriormente. De manera similar, se controló el pulgón verde del trigo (*Schizapis graminum*), con Tiametoxam 14.1 g + Lambdacialotrina 10.6 g a razón de 75cc ha⁻¹ el 23/09/19.



La evaluación sanitaria se realizó el 31/10, en el estado de inicio de llenado de granos (Zadoks 7). Las evaluaciones de severidad RH y RA se realizaron según la escala diagramática porcentual de Cobb modificada por Peterson (Peterson *et al.*, 1948). La eficiencia de control (EC) se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$EF (\%) = \frac{\text{Severidad en el testigo (\%)} - \text{Severidad del tratamiento (\%)}}{\text{Severidad en el testigo (\%)}} \times 100$$

En madurez fisiológica del cultivo (Zadoks 9), se realizó la cosecha (22/11/2019) con cosechadora experimental sobre los 7 surcos de cada parcela por un largo de 5 metros. Se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14% de humedad) y el peso de semillas (en mg). Los datos de evaluación sanitaria (severidad e incidencia) y las variables rendimiento y PMG fueron analizados mediante ANOVA y se utilizó el test de Tukey para comparación de medias ($p < 0,05$). Para ello se empleó el software Infostat (versión 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las precipitaciones superiores a la media histórica registradas previo a la siembra del cultivo (mayo), favorecieron la recarga del perfil hídrico del suelo. El agua útil a la cual accede el cultivo en sus primeras etapas de crecimiento contenía 254,5 mm al inicio de la campaña (hasta el metro y medio de profundidad), lo que representa el 78,7% de la capacidad máxima de retención del suelo. A partir de la siembra, las precipitaciones mensuales fueron cercanas y/o levemente inferiores a la media histórica. Por su parte, la humedad relativa media durante el ciclo del cultivo fue similar a la media histórica, siempre cercana al 70%, ocurriendo algo similar con las temperaturas medias durante la campaña, que rondaron las medias históricas (1956-2019) para la localidad de Rafaela.

Tabla 2. Variables climáticas registradas en la EEA Rafaela. Campaña 2019.

Variable/Mes	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Precipitación mensual 2019 (mm)	60	117	71	20	38	9	65	33	111
Precipitación media mensual (1956-2019) (mm)	144	95	40	25	20	23	41	85	110
Temperatura media mensual 2019 (°C)	21,8	20,5	16,4	15,0	12,5	13,6	16,5	18,8	24,8
Temperatura media mensual (1956-2019) (°C)	22,2	18,7	15,6	12,4	12,0	13,4	15,6	18,8	21,5
Humedad relativa media mensual 2019 (%)	75	76	84	80	73	67	62	71	63
Humedad relativa media mensual (1956-2019) (%)	75	76	78	79	76	71	68	69	66

Datos: Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela



Las condiciones ambientales antes descritas, durante el ciclo del cultivo (buen estado hídrico del cultivo, alta humedad relativa, temperaturas frescas) y un cultivar susceptible, generaron condiciones propicias para el desarrollo de RA durante los estados iniciales del cultivo. Conforme las temperaturas medias comenzaron a elevarse hacia los meses de septiembre y octubre, RH comenzó a aumentar su intensidad.

En relación a la evaluación sanitaria, no se encontraron diferencias significativas para incidencia ($p=0,38$) ni para severidad ($p=0,65$) de RA. Esto pudo deberse principalmente a los bajos valores de incidencia y severidad promedio que presentó la enfermedad al momento de la evaluación (11 % y 1,5 %, respectivamente) en todo el ensayo. A su vez, estos bajos valores podrían estar asociados al momento de mayor ocurrencia de la enfermedad (primeras etapas del cultivo) y la aplicación del fungicida en macollaje.

Los fungicidas aplicados demostraron tener un efecto de control en comparación con el testigo sin tratar expresado por una menor severidad de RH ($p<0.001$). Por otro lado, el T7 fue el tratamiento que presentó menor porcentaje de severidad (entre 8 y 9%) y significativamente diferente de los valores de T3 que evidenció porcentajes de severidad cercanos al 25% ($p<0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Severidad de RH (Roya de Hoja, %) en trigo para diferentes fungicidas foliares

Tratamiento	Principios activos	Severidad de RH (%)	
1	Trifloxistrobin (15g) + Prothioconazole (17,5g) + Bixafen (12,5g)	18,98	AB
2	Piraclostrobin (7,7g) + Epoxiconazole (5g) + Fluxapyrosad (5g)	11,15	AB
3	Epoxiconazole (12g) + Kresoxim metil (12.5g)	25,46	B
4	Propioconazole (25g) + Benzovindiflupyr (4g)	19,17	AB
5	Piraclostrobin (13,3g) + Epoxiconazole (5g)	16,94	AB
6	Trifloxistrobin (15g) + Prothioconazole (17,5g)	21,94	AB
7	Azoxistrobina (20g) + Epoxiconazole (10g)	8,83	A
8	Azoxistrobina (20g) + Cyproconazole (8g)	12,00	AB
9	Testigo	48,24	C

Valores con letras distintas son estadísticamente diferentes $\alpha=0.05$

La (EC de RH fue elevada para la mayoría de los principios activos (valor medio de 65%), de los cuales T7, T8 y T2 estuvieron por encima de la media. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Fleitas y col. (2015), quienes observaron una EC por encima del 70% 34 días posteriores a la aplicación tanto de mezclas de triazoles y estrobilurinas como de mezclas triples con carboxamidas.

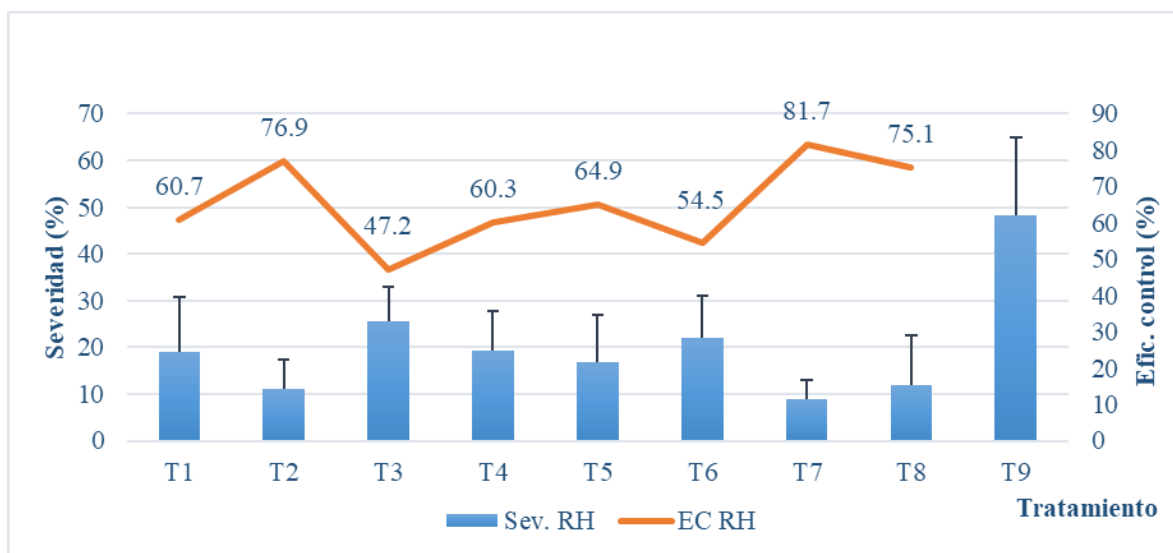


Figura 1. Severidad de Roya de la Hoja (barras; Sev. RH) y eficiencia de control de Roya de la Hoja (línea; EC RH) de diferentes fungicidas foliares en trigo. Rafaela, Santa Fe. Campaña 2019.

En relación a los datos de cosecha, solo se detectaron diferencias significativas en el rendimiento del cultivo ($p < 0,001$; Tabla 4). En este sentido, el test de comparación de medias indica que los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 tuvieron un comportamiento diferencial en comparación al testigo con rendimientos superiores al mismo. El tratamiento que mayor diferencia tuvo con el testigo fue el 2 (47% superior al testigo), mientras que el tratamiento 6 fue el que menor diferencias evidenció (22% superior al testigo) (Tabla 4).

La aplicación de fungicidas foliares aseguró disponer de mayor área fotosintéticamente activa por más tiempo, que se tradujo en una mayor respuesta sobre el rendimiento en grano. Estos resultados concuerdan por lo expresado por múltiples estudios que hallaron un efecto beneficioso de tratamientos con fungicidas foliares frente a RH (Alberione *et al.*, 2011, Fleitas *et al.*, 2015, Lo Valvo *et al.*, 2017).



Tabla 4. Rendimiento de granos (kg ha⁻¹), peso de 1000 granos (g) y rendimiento relativo (%) con respecto al testigo. Valor medio ± desvío estándar.

Tratamiento	Principios activos	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		Peso de 1000 (g)	Rto relativo (%)
1	Trifloxistrobin (15g) + Prothioconazole (17,5g) + Bixafen (12,5g)	4355 ± 103	BC	24 ± 1,4	130
2	Piraclostrobin (7,7g) + Epoxiconazole (5g) + Fluxapyrosad (5g)	4913 ± 315	C	25 ± 1,3	147
3	Epoxiconazole (12g) + Kresoxim metil (12.5g)	4178± 101	BC	23 ± 0,8	125
4	Propioconazole (25g) + Benzovindiflupyr (4g)	4494 ± 261	BC	24 ± 1,2	134
5	Piraclostrobin (13,3g) + Epoxiconazole (5g)	4519 ± 193	BC	24 ± 1,6	135
6	Trifloxistrobin (15g) + Prothioconazole (17,5g)	4105 ± 253	AB	22 ± 0,6	122
7	Azoxistrobina (20g) + Epoxiconazole (10g)	4536 ± 243	BC	25 ± 2,3	135
8	Azoxistrobina (20g) + Cyproconazole (8g)	4436 ± 327	BC	25 ± 2,0	132
9	Testigo	3354 ± 508	A	21 ± 1,4	100

Valores con letras distintas son estadísticamente diferentes $\alpha = 0.05$

CONSIDERACIONES FINALES

El uso de fungicidas foliares en el control de roya de la hoja demostró ser una práctica adecuada para evitar el desarrollo de la enfermedad. Todos los fungicidas evaluados presentaron eficiencias de control positivas frente a roya de la hoja, siendo la mezcla de Azoxistrobina (20 g) y Epoxiconazole (10 g) la que presentó la eficiencia de control más alta (81.5%).

La aplicación de fungicidas foliares aumento el rendimiento con respecto al testigo entre 22% y 46%.

Las mayores diferencias estadísticas de rendimiento (1550 kg ha⁻¹) con el testigo sin aplicaciones, las presento el funguicida compuesto por Piraclostrobin (7,7g) + Epoxiconazole (5g) + Fluxapyrosad (5g).

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERIONE, E.; DONAIRE, G.; BAINOTTI, C.; ARBURÚA, M. 2011. Fungicidas foliares en trigo aplicados en distintos momentos para controlar mancha amarilla y roya anaranjada. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/fungicidas-foliares-en-trigo-aplicados-en-distintos-momentos-para-controlar-mancha-amarilla-y-roya-anaranjada>
- DI RIENZO, J.A; CASANOVES, F; BALZARINI, M.G; GONZALEZ L; TABLADA, M Y ROBLEDO, C.W. 2018. InfoStat, versión 2018. Grupo InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>



- FLEITAS, M.; GERARD, G.; SIMÓN, M. 2015. Eficacia residual de fungicidas sobre la roya de la hoja del trigo y su efecto sobre componentes del rendimiento y porcentaje de proteínas en grano. Revista FAVE- Ciencias Agrarias 14(2).
- LO VALVO, P.J.; COBACHO, L.; SERRAGO, R.A. 2017. Respuesta al control de enfermedades foliares en ambientes con diferentes niveles de nitrógeno. Ciencias Agronómicas - Revista XXIX - Año 17 - 2017 / 021 – 027.
- PETERSON, R. F.; CAMPBELL, A. B.; HANNAH, A. E. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Canadian Journal of Research, 26:415-421.
- SCHLIE, G.; LOZANO, A.; ROSETTI, L.; ZUIL, S. 2020. Perfil sanitario de cultivares de trigo pan en Rafaela, Santa fe. Campaña 2019. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/perfil sanitario de cultivares de trigo pan en rafaela .pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/perfil_sanitario_de_cultivares_de_trigo_pan_en_rafaela.pdf)
- ZADOKS, J.; CHANG, T.; KONZAK, C. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415–421.



EFFECTO DE TRATAMIENTO FUNGICIDA DE SEMILLAS Y DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE ROYA AMARILLA DE TRIGO EN RAFAELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2019.

SCHLIE, G.^{1*}; ROSETTI, L.² y ZUIL, S.²

¹IDICAL INTA-CONICET. ² INTA EEA Rafaela
* Autor de contacto: schlie.german@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

El tratamiento químico de las semillas posee diferentes objetivos entre los que se destacan proteger a las semillas y plántulas de hongos que habitan el suelo, disminuir infecciones de enfermedades foliares en las primeras etapas de desarrollo del cultivo y lograr una emergencia más uniforme y una mejor implantación del cultivo (Couretot *et al.*, 2017).

Existen distintos tipos de terapicos de semillas según la localización del patógeno Uno de ellos puede ser la desinfección, destinada a la eliminación del patógeno que ya ha entrado en contacto con los tejidos seminales internos del hospedante. También existen otros tratamientos seminales, que están destinados a la protección foliar del cultivo ante patógenos que pueden atacar durante las primeras etapas. Esto se da en los casos que se utilizan curasemillas con principios activos sistémicos que pueden ser absorbidos por las raíces y transportados vía xilema hacia las hojas (Carmona y Reis, 2019).

La densidad de plantas también es uno de los factores que influyen en la determinación del rendimiento. Este factor se asocia con el desarrollo del área foliar, que permite captar radiación suficiente para llegar a floración con abundante biomasa, si no hay factores de crecimiento limitantes, como por ejemplo agua y nutrientes (Lamothe, 2017). El cultivo de trigo presenta alta capacidad compensatoria (capacidad de macollaje) frente a variaciones en la densidad de siembra, en comparación con otros cultivos como maíz, que posee escasa regulación del área foliar por planta, debido a su reducida capacidad de macollaje y a tasa de expansión foliar relativamente estable (Miravalles, 2001; Kruk, 2003). Wilson y Swanson (1962) encontraron que, generalmente, bajas densidades de siembra incrementan el número de macollos y espigas originadas de una semilla y el peso de cada espiga, pero decrece el número de espigas por unidad de área. La capacidad de macollar contribuye con el desarrollo del área foliar y dichos macollos responden al ambiente: temperaturas bajas, disponibilidad de agua y nutrientes, luz y genotipo, entre otros factores (Kruk, 2003;-Arduini *et al.*, 2006).



No obstante, la capacidad de compensación del trigo por generación de macollos genera canopeos con microambientes muy particulares (Kruk, 2015). Frecuentemente se encuentran mayores tiempos de mojado foliar, poca variación de temperaturas y altas humedades relativas en canopeos con alta densidad de plantas. En estos canopeos con microambientes particulares, es esperable que enfermedades foliares de alta capacidad infectiva provoquen reducción del área foliar o niveles de inóculos iniciales elevados, que podrían ser controlados por tratamientos de semillas.

El objetivo del experimento fue evaluar el progreso de roya amarilla en el tiempo, bajo distintos tratamientos terapicos de semillas y distintas densidades de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El experimento se condujo en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Rafaela sobre un Argiudol típico (Serie Rafaela). Se sembró el cultivar Algarrobo (Don Mario) en siembra directa sobre rastrojo de soja el 12/06/2019. La fertilización se realizó a la siembra, con una dosis de 200 kg urea ha⁻¹ incorporada por debajo y al costado de las semillas.

Se utilizaron unidades experimentales de 7 surcos con una distancia entre surcos de 0.20 metros y 5 metros de largo (7 m²) dispuestas en bloques completos aleatorizados (DBCA) con 4 repeticiones.

El experimento se diseñó con 12 tratamientos donde se combinaron cuatro niveles de densidad de plantas (200, 240, 300 y 360 m⁻²) y tres tratamientos terapicos en semilla: Testigo sin tratar (Control); Premis[®] (Triticonazole 10%) 25 cm³.100 kg⁻¹ de semilla (T); Premis[®] + Sistiva[®] (Fluxapyroxad 33,3g/L) 30 cm³.100 kg⁻¹ de semilla (F + T) (Tabla 1).

En madurez fisiológica del cultivo (Zadoks 9), se realizó la cosecha (22/11/2019) con cosechadora experimental sobre los 7 surcos de cada parcela por un largo de 5 metros. Se estimó el rendimiento de grano (corregido a 14% de humedad) y el peso de 1000 semillas en mg (PMG).

Evaluaciones:

Se evaluó la incidencia en hoja (Hojas enfermas/Hojas Totales*100) de Roya amarilla (*Puccinia striiformis*, RA), Roya de la hoja (*Puccinia triticina*, RH) y mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis*, MA) a los 46 y 66 días desde la emergencia (DDE) del cultivo.

Previo a cosecha se registró el número de espigas por metro lineal en cada uno de los tratamientos.



Tabla 1. Densidad de siembra y terapicos químicos utilizado en cada tratamiento. F +T: Fluxapyroxad + Triticonazole, T: Triticonazole, C: Control sin tratar.

Tratamiento	Densidad (pl m ⁻²)	Fungicida
T1	200	F + T
T2	240	F + T
T3	300	F + T
T4	360	F + T
T5	200	T
T6	240	T
T7	300	T
T8	360	T
T9	200	C
T10	240	C
T11	300	C
T12	360	C

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de rendimiento en grano y PG fueron analizados mediante ANOVA y se utilizó el test de Fisher para comparación de medias ($p < 0,05$). Los parámetros número de espigas por metro lineal e incidencia de roya amarilla presentes en semillas se analizaron también por medio de un ANOVA. Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó el test de Fisher ($p < 0,05$) para la comparación de medias. Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el Software Infostat (versión 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La campaña 2019 estuvo caracterizada por una buena recarga del perfil hídrico en los meses previos a la siembra de trigo. El agua útil al inicio de la campaña hasta el metro y medio de profundidad, al cual accede el cultivo en sus primeras etapas de crecimiento, contenía 254,5 mm, que representa el 78,7% de la capacidad máxima de retención del suelo.

Las precipitaciones medias mensuales desde abril hasta la cosecha fueron superiores a las precipitaciones medias mensuales de la serie histórica (1956-2019) en 120 mm aproximadamente (Fig. 1).

En cuanto a las temperaturas medias y humedad relativa media durante la campaña, se registraron valores similares a las medias históricas (1956-2019) para la localidad de Rafaela (Fig. 2).

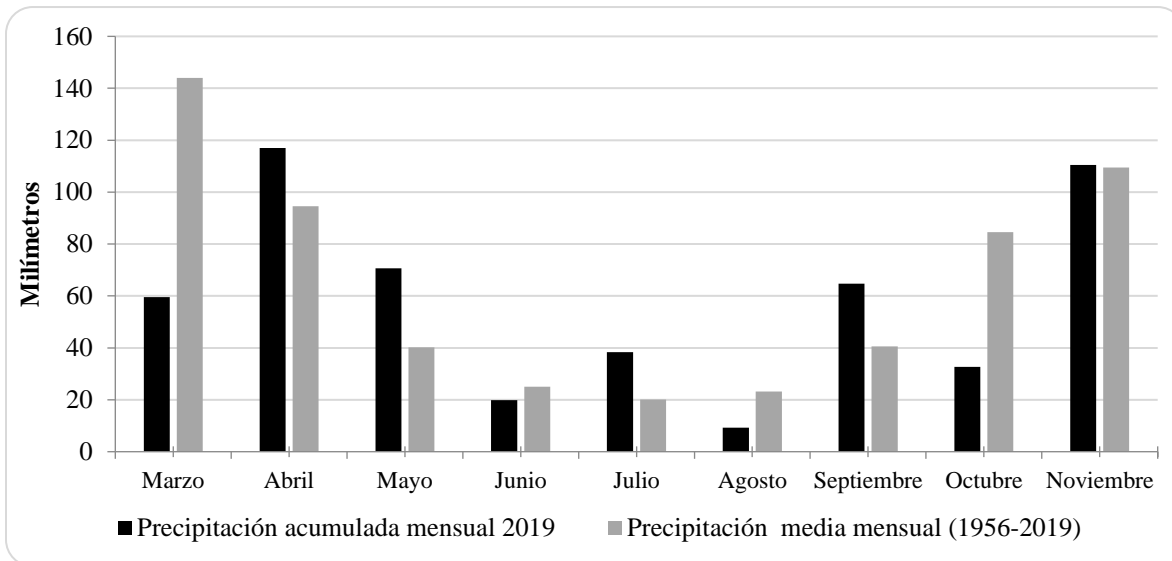


Figura 1. Precipitaciones acumuladas mensuales 18-19 y medias históricas (1959-2019). Rafaela, Santa Fe. Datos Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

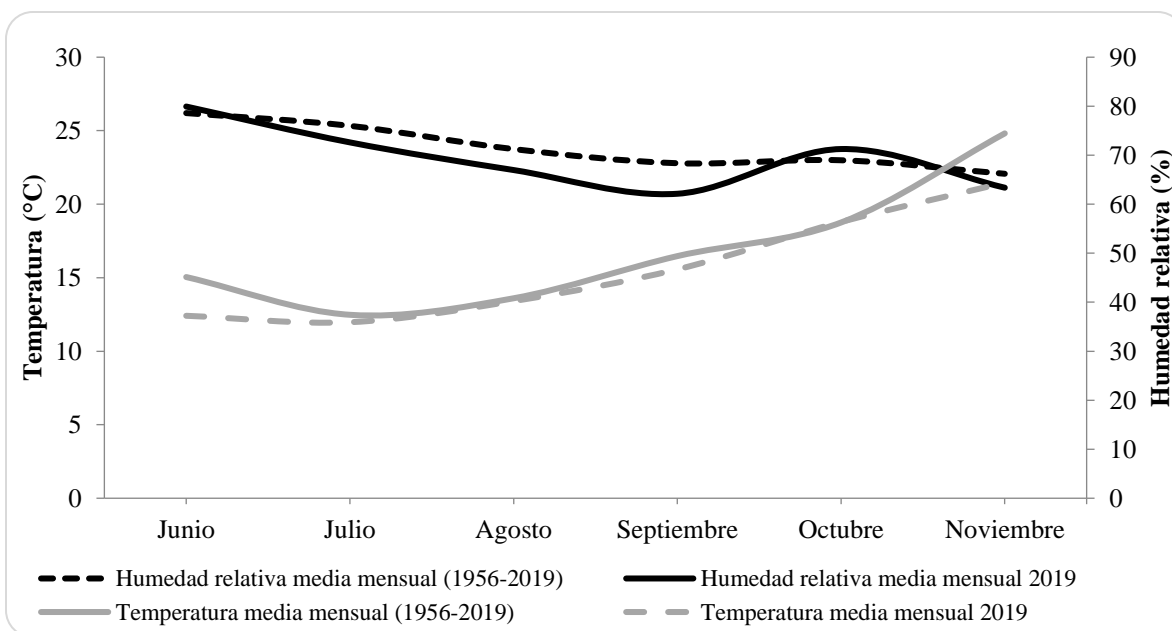


Figura 2. Humedad relativa media mensual e histórica (1956-2019). Temperatura media mensual y temperatura media mensual histórica (1956-2019). Rafaela, Santa Fe. Datos Estación Agrometeorológica EEA INTA Rafaela.

Las condiciones ambientales antes descriptas durante el ciclo del cultivo (buen estado hídrico del cultivo, alta humedad relativa, temperaturas frescas) y un cultivar susceptible, generaron condiciones propicias para el desarrollo de *Puccinia striiformis* (RA) durante los estados iniciales del cultivo.



La incidencia, rendimiento, peso y número granos no se diferenciaron estadísticamente entre las densidades de siembra ($p \geq 0,1289$) pero, sí en el factor fungicida ($p \leq 0,0472$).

En las evaluaciones de incidencia, tanto a los 46 como a los 66 DDE, se observó RA como única patología presente en el canopeo. A los 46 DDE se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de fungicidas ($p < 0.001$). Los tratamientos F + T, T y C fueron los que tuvieron 0, 17 y 27,5% de incidencia respectivamente (Fig. 3). Sin embargo, a los 66 DDE, la incidencia de RA no difirió estadísticamente entre los T y C, sólo se diferenció el tratamiento F + T del resto ($p = 0,002$, Fig. 3). Estos resultados coinciden con los expresados por distintos autores (Gerard *et al.*, 2015, Daniel & Latin, 2013, DeWolf, 2012, Paulsruud *et al.*, 2005) quienes encontraron un período de protección más prolongado en formulaciones que presentaban carboxamidas o las mismas combinadas con triazoles, al compararlas con formulaciones de triazoles solamente.

Los bajos valores de incidencia encontrados a los 46 DDE y las diferencias significativas para ambos tratamientos de fungicidas con respecto al testigo demuestran la eficacia en el control de enfermedad. Sin embargo, al analizar los valores de incidencia en ambos momentos de evaluación observamos que la formulación que incorpora la carboxamida mostró mejor control de RA en comparación con el tratamiento que solo tuvo triazol, tanto a los 46 como a los 66 DDE, resultado que concuerda con el de otros autores que mencionan la mayor eficacia de los compuestos que incluyen una carboxamida (Gerard *et al.*, 2015; Paulsruud *et al.*, 2005).

Por otra parte, el período de control total de 46 DDE que tuvo F + T fue similar a lo reportado por Gerard *et al.*, 2015, quienes observaron una residualidad en la eficacia de control de 55 días en tratamientos con triazol solo y 66 días para compuestos que incluían triazol y carboxamida.

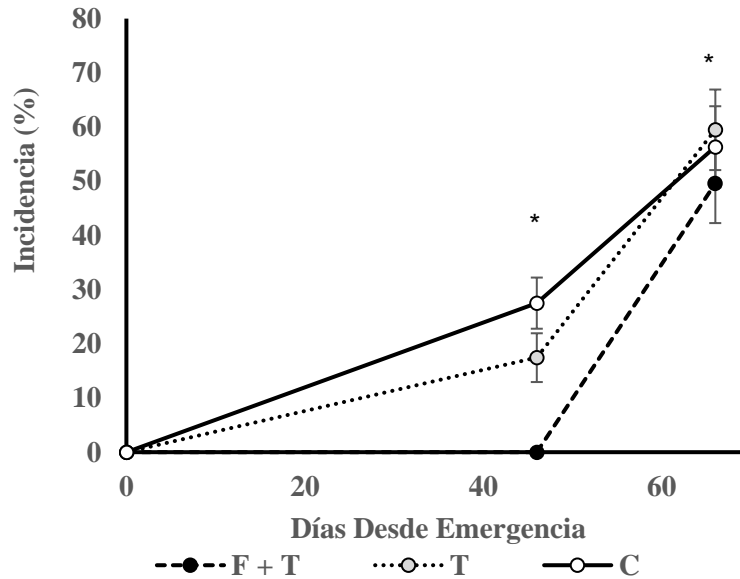


Figura 3. Incidencia de Roya Amarilla (RA) en función de los días desde emergencia del cultivo de trigo para los tratamientos F + T (Fluxapyroxad + Triticonazole), T (Triticonazole) y C (Control sin tratar). Asteriscos indican diferencias significativas entre tratamientos. Línea vertical corresponde al desvío estándar de los datos.

Las diferencias encontradas en la incidencia de RA en los estadios iniciales del cultivo se correspondieron con diferencias significativas en el rendimiento entre los tratamientos con fungicidas versus el control ($p= 0,006$, Tabla 2). En promedio, se encontraron incrementos de 18 y 12 % por la aplicación de F+T y T respectivamente, comparado con el tratamiento control. Esta diferencia estuvo asociada al incremento en el peso de granos ($p= 0,0056$) ya que el número de granos por unidad de superficie no varió ($p=0,1908$). Es conocido que el número de granos es el factor que está más estrechamente relacionado con el rendimiento y es muy dependiente de las prácticas agronómicas, mientras que el peso de los granos se encuentra más ligado a las condiciones climáticas durante el llenado de los mismos. En consecuencia, las diferencias en rendimiento encontradas por el uso de fungicidas no se debieron a un incremento en el número de espigas por unidad de superficie ni de granos por espiga, sino a un incremento del peso de granos. Asimismo, la protección en los estadios iniciales del cultivo permitió incrementar las reservas de fotoasimilados que se tradujeron en granos más pesados a la madurez del cultivo. Es posible también que la menor incidencia de RA a los 66 DDE del tratamiento F + T, haya generado menores cantidades relativas al control de inóculo que permitieron mantener el área foliar verde sana mayor tiempo durante el llenado de granos.

En cuanto a las densidades de siembra, la ausencia de diferencias se explicó por la capacidad macolladora del cultivar (Figura 4). En las densidades más bajas, se incrementó un 60% aproximadamente la cantidad de macollos fértiles, comparada con la densidad más alta, lo que mantuvo estable a través de todas las densidades el número de granos y el rendimiento final.



Tabla 2. Rendimiento de granos (g m^{-2}), peso de grano (mg) y número de granos (granos m^{-2}) por tratamiento de fungicida F +T (Fluxapyroxad + Triticonazole), T (Triticonazole) y C (Control sin tratar) y densidad de plantas (pl m^{-2}). Valor medio \pm desvío estándar. Comparación de medias mediante test de Fisher, DMS corresponde a diferencias entre tratamientos fungicidas de semilla. ** y NS corresponden a $p=0,001$ y No Significativo, respectivamente.

Fungicida	Densidad de plantas (pl m^{-2})	Rendimiento de granos (g m^{-2})	Peso de granos (mg)	Número de granos (granos m^{-2})
F + T	200	181 \pm 9	21 \pm 1	8898 \pm 650
	240	164 \pm 5	19 \pm 0	8544 \pm 220
	300	199 \pm 22	20 \pm 1	9876 \pm 1316
	360	194 \pm 26	20 \pm 1	9577 \pm 1241
T	200	166 \pm 25	19 \pm 1	8716 \pm 1257
	240	168 \pm 23	20 \pm 0	8461 \pm 1119
	300	185 \pm 24	19 \pm 1	9783 \pm 1510
	360	183 \pm 14	19 \pm 1	9780 \pm 816
C	200	148 \pm 14	18 \pm 1	8102 \pm 670
	240	158 \pm 18	19 \pm 0	8470 \pm 894
	300	164 \pm 20	18 \pm 0	8922 \pm 998
	360	157 \pm 14	19 \pm 0	8530 \pm 772
Promedio		185	20	9224
DMS ($p<0,05$ entre fungicidas)		16,9	1	-
Análisis de varianza				
Fungicida		**	**	NS
Densidad de plantas		NS	NS	NS
Fungicida*Densidad de plantas		NS	NS	NS

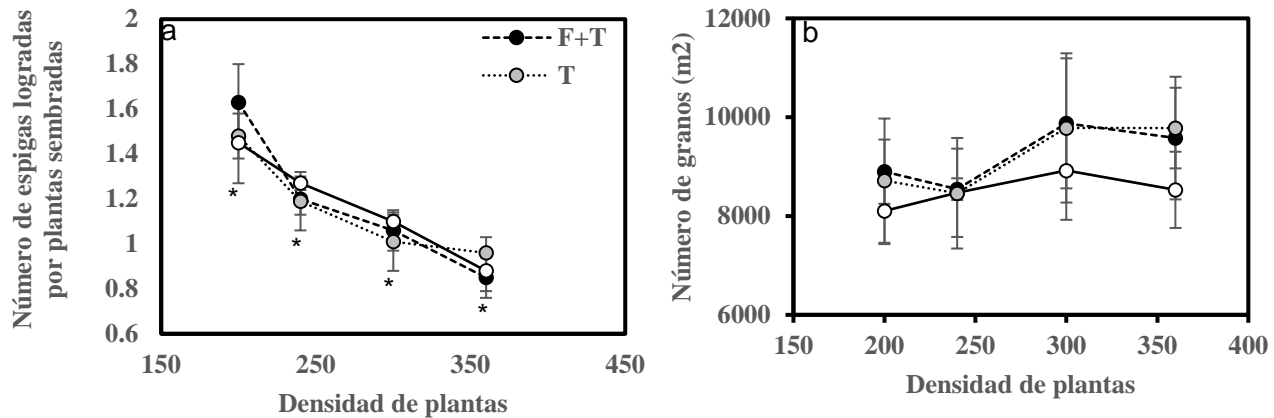


Figura 4. a) Número de espigas logradas por plantas sembradas y b) Número de granos por unidad de superficie (m²) en función de la densidad de plantas para los tratamientos F +T (Fluxapyroxad + Triticonazole), T (Triticonazole) y C (Control sin tratar). Asteriscos indican diferencias significativas entre densidades. Línea vertical corresponde al desvío estándar de los datos.

CONSIDERACIONES FINALES

Todos los tratamientos terapéuticos de semillas utilizados demostraron tener efecto de control sobre RA. Fluxapyroxad + Triticonazole mantuvo una menor incidencia comparada con el control hasta los 66 DDS.

La eficacia del tratamiento fungicida que incorporó la carboxamida evidenció tener un mayor efecto de control (menor incidencia) y un periodo más prolongado sobre RA. Este incremento en la ventana de control se vio reflejado en un aumento en el rendimiento final, mediado por un mayor peso de los granos.

Variaciones en la densidad de plantas a la siembra no afectaron la incidencia de RA, el rendimiento o sus componentes.

BIBLIOGRAFÍA

- ARDUINI, I.; A. MASONI; L. ERCOLI; M. MARIOTTI. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *Europ J. Agronomy* 25. 309-318.
- CARMONA, M. y REIS, E. 2019. Patología de semillas en trigo y cebada. Detección, epidemiología y manejo. 1^a ed. Ampliada. ISBN 978-987-783-154-2.
- COURETOT, L.; PARISI, L.; FERNÁNDEZ, M.; MAGNONE, G.; RUSSIAN, H.; SAMOILOFF, A. 2017. Sanidad de semillas en trigo y cebada. Importancia del tratamiento de semillas. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_sanidad_de_semilla_de_trigo_y_cebada_importancia_del_tratamiento.pdf
- DANIELS, J. & LATIN, R. 2013. Residual efficacy of fungicides for controlling brown patch on creeping bentgrass fairways. *Plant Disease*, 97:1620-1625.



- DE WOLF, B. 2012. Kansas State Scientist on Wheat Rust Diseases: Correctly Identifying if Fungicides Needed – or Not – is Important. Kansas State University. Disponible en: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/news/2012/WheatRustDiseases/>
- GERARD, G.; FLEITAS, M.; SCHIERENBECK, M; SIMON, M. 2015. Eficacia de control y residualidad de curasemillas sobre enfermedades foliares de trigo. Revista FAVE- Ciencias Agrarias 14(2).
- KRUK, B C. 2015. Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. Rev. Agronomía & Ambiente 35(2): Pág. 179-190.
- KRUK, B.; SATORRE, E. 2003. Densidad y arreglo espacial del cultivo. En: Producción de granos: Bases funcionales para su manejo. SATORRE, E.H; BENECH-ARNOLD, R; SLAFER, G.A; DE LA FUENTE, E.B; MIRALLES, D:J; OTEGUI, M.O; SAVIN, R. (Eds.). Editorial Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires. Cap. 13. Pág. 279- 312.
- LAMOTHE, A. G. 2017. Densidad de siembra en trigo. Revista INIA N° 49, pág: 17-49
- MIRAVALLS, M. 2001. El trigo candeal. Cuaderno de actualización técnica en Trigo N° 63 CREA. p: 156-165.
- PAULSRUD, B.E.; MONTGOMERY, M.; BRETTHAUER, S. & MONTGOMERY, N. 2005. Characteristics of fungicides used in field crops. Report on Plant Disease. Department of Crop Sciences. Disponible en: <http://ipm.illinois.edu/diseases/rpds/1002.pdf>
- WILSON, J.A., A.F. SWANSON. 1962. Effect of plant spacing on the development of winter wheat. Agron. J. 54(4):327–328.



PERFIL SANITARIO DE CULTIVARES DE TRIGO PAN EN RAFAELA, SANTA FE. CAMPAÑA 2019

SCHLIE, G.^{1*}; LOZANO, A.²; ROSETTI, L.² y ZUIL, S.²

¹IDICAL INTA-CONICET. ²INTA EEA Rafaela
* Autor de contacto: schlie.german@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En la zona central de la provincia de Santa Fe las enfermedades de mayor prevalencia en trigo son: “Roya de la Hoja” (RH, *Puccinia triticina*), “Mancha Amarilla” (*Dreschlera tritici-repentis*) y “Fusariosis de la Espiga” (FE, *Fusarium graminearum*).

Desde la campaña 2017, “Roya Amarilla o Estriada” (RA, *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) ha aumentado su intensidad y prevalencia, convirtiéndose en una de las enfermedades de mayor importancia e impacto en el cultivo de trigo. Las apariciones de nuevas razas y la homogeneidad en el germoplasma sembrado en todo el país explican los niveles epifíticos crecientes desde el 2017 (Campos, 2017).

En el marco de la Red Nacional de Trigo Rosetti *et al.* (2020) describe el comportamiento agronómico y productivo de los cultivares de trigo en la EEA. El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento sanitario en distintos cultivares de trigo incluidos en los ensayos comparativos de dicha red.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación sanitaria de diferentes cultivares comerciales de trigo se desarrolló en el marco del ensayo de la Red Nacional de Evaluación de Trigo Pan (RET). Para una descripción detallada de los cultivares participantes, diseño estadístico, tamaños de parcela y demás materiales y métodos, ver Rosetti *et al.* (2020). Se evaluó la totalidad de los cultivares sembrados en la primera y tercera fecha de siembra (4 de junio y el 25 de junio, respectivamente). Las mismas incluyeron los cultivares de ciclo largo/largo-intermedio (21 cultivares) y ciclo corto/intermedio-corto (34 cultivares), respectivamente.

En ambas fechas, se utilizó un diseño experimental de bloques divididos con 3 repeticiones, tratándose con fungicida a una de las subdivisiones y la restante sin tratamiento.

Los ensayos fueron instalados mediante siembra directa sobre un suelo Argiudol típico, en un lote proveniente de soja. Las densidades teóricas de siembra utilizadas variaron de acuerdo al momento de la siembra, siendo de 250 plantas m² y de 300 plantas m², para la primera y tercera fecha, respectivamente. Las unidades experimentales fueron microparcels de 1,4 m de ancho (7 surcos a 0,20 m) por 5 m de largo.



Al momento de la siembra se fertilizó con la aplicación de 70 kg ha⁻¹ de N (Urea 46% de N), incorporado por debajo y al costado de la semilla.

Se registraron los datos de temperaturas máxima y mínima, precipitaciones y humedad relativa diaria obtenidos de la estación meteorológica de EEA INTA Rafaela ubicada a 500 metros del lugar donde se realizaron los experimentos.

La evaluación sanitaria se realizó el 31 de octubre de 2019, en el estado de inicio de llenado de granos (Zadoks 7) para la mayoría de los cultivares de la primera fecha de siembra y en el estado fenológico de antesis (Zadoks 6) para los cultivares de la tercera fecha de siembra (Zadoks *et al.*, 1974).

Las evaluaciones de RH y RA se realizaron según la escala diagramática porcentual de Cobb modificada por Peterson (Peterson *et al.*, 1948). En Roya de Tallo (RT) se evaluó utilizando la misma escala, pero se realizó tanto en tallo como hojas.

En cuanto a todas las enfermedades que componen el complejo de manchas foliares se evaluó el nivel de severidad según la escala propuesta por Bronnimann, 1968.

El desarrollo epidémico de los cultivares con respecto a RH fue clasificado como: bajo, moderado y alto según mostraran severidades inferiores 10%, 10 a 50% o más de 50%, respectivamente.

Con respecto a RA y RT, la clasificación según las mediciones de severidad en bajo, moderado y alto correspondieron a lecturas inferiores al 10%, del 10% a 30% o más del 30% de severidad respectivamente.

Para a mancha amarilla la clasificación se realizó dentro de los siguientes rangos: severidad menor a 15%, entre 15 a 40% y mayores a 40%, según corresponda a bajo, moderado y alto, respectivamente (Terrile *et al.*, 2018).

RESULTADOS

Condiciones ambientales durante la campaña.

La campaña 2019 comenzó con excedentes hídricos, durante los meses de abril y mayo que, si bien demoraron la siembra de la primera fecha debido al retraso de la cosecha del cultivo antecesor, el contenido de agua en el perfil fue muy bueno. A pesar de que las precipitaciones durante la campaña fueron escasas, en el periodo crítico del cultivo ocurrió una precipitación importante (Figura 1) que permitió al cultivo alcanzar buenos rendimientos.



Se registraron en total 30 heladas a 5 cm sobre el nivel del suelo, siendo los meses de julio y agosto los de mayor ocurrencia (10 días cada mes). Durante el llenado de granos (Zadoks 7 y 8), ocurrieron precipitaciones continuas, aunque de bajo volumen, que generaron condiciones de humedad, mojado foliar y temperaturas constantes durante el día que favorecieron el desarrollo de enfermedades foliares como RH y MA.

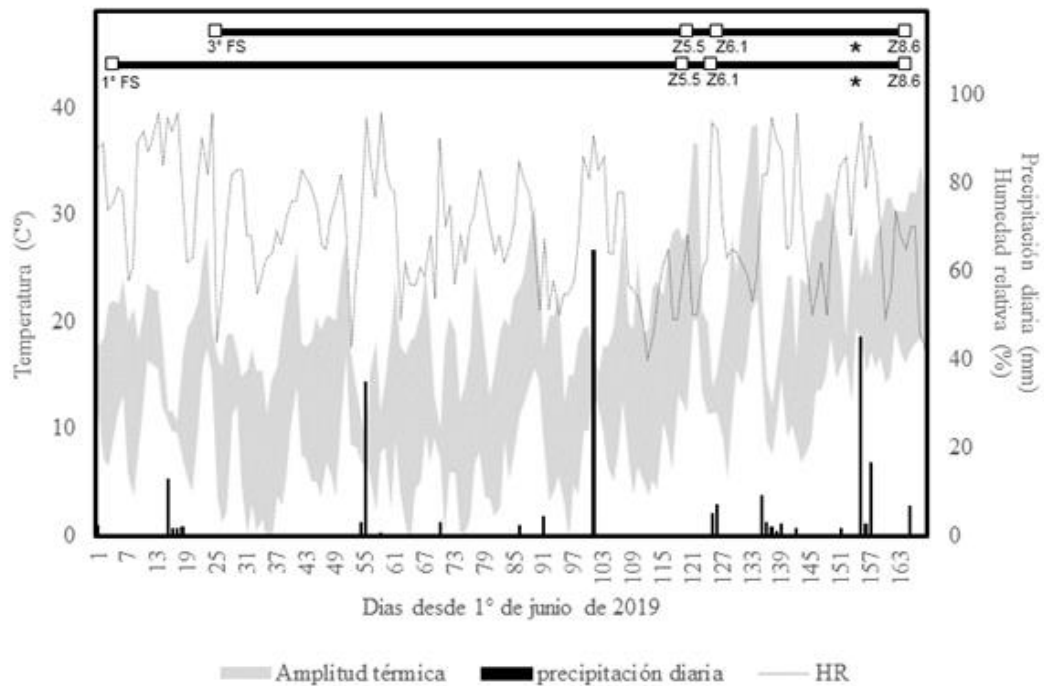


Figura 1: Amplitud térmica (C°, área gris), precipitación diaria (mm, columnas) y humedad relativa (% , línea) en función de los días desde el 1º de junio de 2019. Líneas superiores indican fecha de siembra, espigazón (Z5.5), de antesis (Z6.1) de madurez fisiológica (Z8.6) correspondientes a la primera y tercera fecha de siembra de la Red Nacional de Evaluación de Trigo Pan (RET). (Datos: estación meteorológica de EEA INTA Rafaela). Asteriscos indican el momento de la evaluación fitosanitaria.

Evolución sanitaria durante la campaña.

La evolución de manchas foliares como *Drechslera tritici-repentis* y *Stagonospora nodorum* durante los estadios iniciales del cultivo fue escasa, esto podría estar asociado a la baja cantidad de eventos pluviométricos registrados.

Por su parte, tanto RH como RA fueron detectadas a finales de julio y principios de agosto, respectivamente. La intensidad promedio de ambas enfermedades fue moderada, siendo alta solamente en cultivares de mayor susceptibilidad. Este desarrollo inicial estuvo condicionado por el buen estado hídrico del cultivo como la alta humedad relativa ambiente y el largo tiempo de mojado foliar.



Durante el mes de septiembre y conforme las precipitaciones se fueron normalizando y superando a la media histórica, la intensidad de RH y RA, aumentó de manera significativa en el estadio de espigazón (Zadoks 5.5), llegando a manifestarse niveles del 90% de severidad de RH y 30% de RA en cultivares susceptibles. RT fue detectada a fines de octubre y su intensidad fue elevada solo en cultivares susceptibles.

A partir de las evaluaciones realizadas se confeccionaron las tablas 1 y 2, donde se muestra de manera orientativa el nivel de desarrollo epidémico de las enfermedades para los cultivares ciclo largo/largo-intermedios y corto/intermedio-corto, respectivamente.

Dentro de los cultivares de ciclo intermedio-largo y largo, solo el 5% se caracterizó con desarrollo epidémico alto para RT y el 95% restante como bajo. En cuanto a RH se manifestó como alto, moderado y bajo en el 24%, 33% y 43 % de los cultivares, respectivamente. Por su parte la caracterización de los cultivares frente a RA como moderado y bajo se registraron en el 33% y 67% respectivamente. Para el complejo de manchas fue de una 43% y 57%, respectivamente (Tabla 1)

Tabla 1. Nivel de desarrollo epidémico de Roya de la hoja (RH), Roya amarilla (RA), Roya de tallo (RT) y Manchas foliares en cultivares de trigo de la Red Nacional de Evaluación de Trigo Pan (RET) INTA Rafaela coordinada por INASE, ciclo largo/largo-intermedio, 1º FS (fecha de siembra 4/6/2020) (Rafela, Santa fe), campaña 2019.

Cultivar	RH	RA	RT	Manchas foliares
ACA 365	Alto	Bajo	Bajo	Moderado
ACA 303PLUS	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado
ACA 360	Bajo	Moderado	Bajo	Moderado
ALGARROBO	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
BAGUETTE 620	Moderado	Bajo	Bajo	Moderado
BUCK BELLACO	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
BUCK COLIQUEO	Moderado	Bajo	Bajo	Moderado
BUCK DESTELLO	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo
GUAYABO	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
JACARANDÁ	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN CIEN AÑOS	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN HURACAN	Bajo	Moderado	Bajo	Moderado
KLEIN MERCURIO	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN MINERVA	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN SERPIENTE	Moderado	Moderado	Alto	Bajo
KLEIN TITANIO CL	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
LAPACHO	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
LG ARLASK	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado
MS INTA 116	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado
MS INTA 119	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
SY 120	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado



Los cultivares de ciclo intermedio-corto y corto presentaron una caracterización de bajo, moderado y alto frente a RT de 94%, 6% y 0% respectivamente (Tabla 2). Asimismo, para RH fue de 53%, 18% y 29% como bajo, moderado y alto respectivamente, mientras que para RA, de 82%, 18% y 0% como bajo, moderado y alto respectivamente. En cuanto al complejo de manchas fue de 91% y 9% como bajo y moderado respectivamente.

Tabla 2. Nivel de desarrollo epidémico de Roya de la hoja (RH), Roya amarilla (RA), Roya de tallo (RT) y Manchas foliares en cultivares de trigo de la Red Nacional de Evaluación de Trigo Pan (RET) INTA Rafaela coordinada por INASE, ciclo corto/intermedio-corto, 3° FS (fecha de siembra 25/6/2020) (Rafela, Santa fe), campaña 2019.

Cultivar	RH	RA	RT	Manchas foliares
ACA 603	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
GYT 914	Moderado	Bajo	Bajo	Moderado
ACA 915	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
ACA 916	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
ACA 920	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
ACA 602	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
ACA 908	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
ACA 909	Alto	Bajo	Bajo	Moderado
BIOCERES 1008	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
BIOINTA 1006	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
BUCK CAMBÁ	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
BUCK CLARAZ	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
BUCK COLIHUE	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
BUCK SAETA	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
FLORIPAN 100	Bajo	Moderado	Moderado	Bajo
GINGKO	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
HO ATUEL	Bajo	Bajo	Moderado	Bajo
JACARANDÁ	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN LIEBRE	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN NUTRIA	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN POTRO	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN PROMETEO	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo
KLEIN PROTEO	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo
KLEIN TAURO	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
KLEIN VALOR	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
MS INTA 415	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
MS INTA 617	Alto	Bajo	Bajo	Moderado
MS INTA 815	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
MS INTA 819	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
S INTA BONAERENSE 8	Alto	Moderado	Bajo	Bajo
ÑANDUBAY	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo
SN 90	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
SY 330	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
TBIO AUDAZ	Bajo	Moderado	Bajo	Bajo



CONSIDERACIONES FINALES

Al igual que en las dos últimas campañas, tanto RH como RA siguen siendo las patologías de mayor intensidad y prevalencia. Esta situación se ve influenciada principalmente por la alta susceptibilidad de los materiales sembrados, la aparición de nuevas razas con mayor adaptación a los ambientes locales y condiciones ambientales predisponentes para la aparición de la enfermedad desde estadios tempranos del cultivo.

En cuanto al complejo de manchas foliares en esta última campaña, estuvo mayoritariamente representado por *Drechslera* spp y en menor medida por *Stagonospora nodorum*. Estas son especies que poseen una eficaz transmisión por semilla (Erreguerena *et al.* 2019). Por este motivo resulta fundamental el análisis de patógenos en semillas, de manera de evitar la diseminación de los patógenos y poder elegir un tratamiento de semillas óptimo.

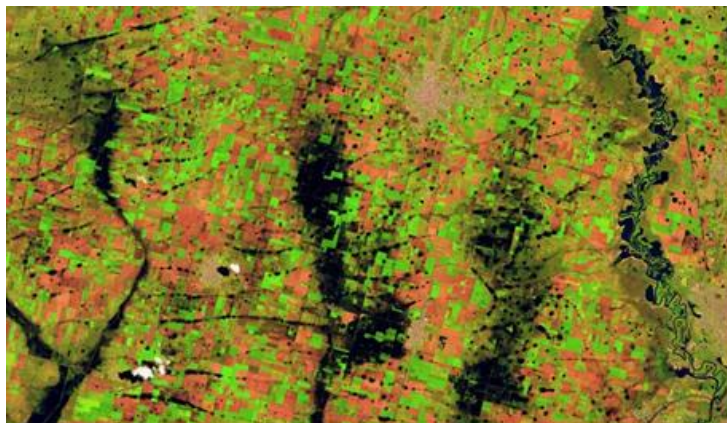
Para finalizar, esta clasificación sanitaria de los distintos cultivares que componen la RET de Trigo resulta en información de importancia para la definición de una estrategia de manejo integral en la próxima campaña. En el presente trabajo se observó que existen cultivares que presentan un buen comportamiento a las patologías más prevalentes de la zona. Por este motivo, la elección del cultivar en función de su perfil sanitario puede ser una táctica que nos permita planificar de mejor manera los monitoreos a fin de anticiparnos a la ocurrencia de epifitias severas y poder tomar decisiones en momentos óptimos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bronniman, A. 1968 On *Septoria nodorum* Berk., the pathogen causing leaf blotch and glume blotch of wheat. *Phytopathologische Zeitschrift*. V. 6, p. 101-146.
- Campos P.E. 2017. Identificación de razas exóticas de roya amarilla en región triguera Argentina on line <https://inta.gob.ar/.../identificacion-de-razas-exoticas-de-royaamarilla-enregion-trigu>. Aparición epifítica de roya amarilla del trigo en la región pampeana argentina
- Erreguerena, I.; Carpaneto, B.; Samoiloff, A.; Couretot, L. 2019. *Parastagonospora nodorum*: un patógeno re-emergente en trigo y ahora también en cebada. - Editor/es: INTA. - INTA. - Página/s: 7.
- Peterson, R. F.; Campbell, A. B.; Hannah, A. E. 1948. A diagramatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. *Canadian Journal of Research*, 26:415-421.
- Rosetti, L.; Zuil, S. y Lozano Coronel, A. 2020. Resultados red de ensayos comparativos de rendimiento de trigo pan en EEA INTA Rafaela. Campaña 2019. Cartilla Digital EEA INTA Rafaela. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_rafaela_aipv_ensayos_comparativos_trigo_pan.pdf
- Terrile, I.; Couretot, L.; Samoiloff, A. 2018 Panorama y Comportamiento sanitario de variedades de trigo en la zona norte de la provincia de Bs. As. Campaña 2018
- Zadoks, J.C.; Chang, T.T. y Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14, 415-421.



AMBIENTE





DINÁMICA DEL NIVEL FREÁTICO EN EL DEPARTAMENTO LAS COLONIAS (SANTA FE - ARGENTINA).

MARTINS, L.^{1*}; CHIAVASSA, A.²; TOSOLINI, R.²

¹INTA AER Esperanza. ²INTA EEA Rafaela.
*Autor de contacto: martins.luciano@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años, en gran parte de la región pampeana existe la preocupación por la cercanía de la napa freática a la superficie y por los anegamientos temporarios que ésta suele ocasionar (Bertram y Chiacchiera, 2015). Varios factores intervienen en la recarga de la napa, entre ellos: precipitaciones, topografía, suelos, vegetación, zona no saturada y actividades humanas (D'Elia et al., 2014).

En este sentido, en el departamento Las Colonias, en los últimos periodos (2015-2019) se registraron excesos hídricos con consecuentes anegamientos observados a nivel de establecimientos productivos. Debido a esto, es importante conocer la evolución del nivel freático y su impacto en las actividades agropecuarias de la región. El monitoreo del mismo, permite conocer sus fluctuaciones en el tiempo como información disponible para tomar medidas correctivas y/o paliativas a nivel de cuenca, como también decisiones de manejo agronómico y sistematización de los establecimientos agropecuarios (Martins et al., 2019).

El objetivo de este trabajo fue conocer la dinámica del nivel freático, durante el período junio 2019 / octubre 2019 en el departamento Las Colonias y, además, la información recabada del exceso de precipitaciones ocurrido en diciembre de 2019 como fuente indispensable para las futuras mediciones de la napa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones realizadas en el presente trabajo forman parte de la “red de monitoreo de la napa” del área de influencia de la EEA INTA Rafaela.

Se establecieron 31 puntos de monitoreo distribuidos en el centro y sur del departamento Las Colonias (distritos: Nuevo Torino, Humboldt, Esperanza, Pilar, Santa María Centro, San Jerónimo Norte, Las Tunas, Franck, Colonia San José, San Jerónimo del Sauce, San Carlos Norte, San Agustín, San Mariano, San Carlos Sur y Santa Clara de la Buena Vista), ya que su topografía en planicie permite que se manifieste la problemática de anegamiento por ascenso del nivel freático. Los mismos se ubican en molinos en desuso, aljibes, pozos y freáticos; en su mayoría de lotes agrícolas -donde no haya variaciones por consumo animal-. Se excluyeron los puntos de monitoreo en suelos de aptitud ganadera como también en el área de influencia de arroyos, canales y cañadas, en los cuales el nivel freático es una limitante, de tipo permanente.



La medición del nivel freático se realizó mediante sonda graduada, soga graduada o cinta métrica, dependiendo del tipo de punto de monitoreo.

Las mediciones del nivel freático, en el departamento Las Colonias, comenzaron a realizarse en marzo de 2016 (con una frecuencia trimestral), teniendo en cuenta las precipitaciones extremas ocurridas y los tiempos productivos relacionados con la siembra y cosecha de los distintos cultivos extensivos (Martins et al, 2019). En este trabajo, sólo se presentan las últimas dos mediciones de 2019 (junio y octubre).

Mediante el programa SURFER 7.0, se estimó y graficó el nivel freático sobre el mapa del departamento Las Colonias. Se destaca que los mapas reflejan la profundidad del nivel freático independientemente de la posición topográfica, o sea que son valores que no están corregidos en función de la altura sobre el nivel del mar que tiene dicho punto de monitoreo.

Además, se presenta el registro de las precipitaciones, previo a los monitoreos de la napa de 2019 (junio y octubre), y las mediciones de lluvia junto a imágenes satelitales para diciembre de 2019. El registro se realizó para tres localidades del departamento Las Colonias (Esperanza, Pilar y San Carlos Centro, por medio del INTA AER Esperanza, de la Coop. Guillermo Lehmann y de Rural San Carlos, respectivamente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada medición realizada (junio 2019 y octubre 2019), se presentan las precipitaciones previas ocurridas y la imagen del nivel freático del centro - sur del departamento Las Colonias y sus distritos (Figuras 1 y 2). Asimismo, se presentan imágenes satelitales de diciembre de 2019, con la finalidad de observar la superficie afectada en el centro este de la provincia de Santa Fe y centro sur del departamento Las Colonias, por la presencia de suelos saturados o de agua libre dada por las precipitaciones (Figuras 3, 4 y 5).

En el periodo comprendido entre enero y mayo de 2019 (5 meses), las precipitaciones acumuladas fueron de 760 mm para Esperanza, 786 mm para Pilar y de 590 mm para San Carlos Centro (Registro pluviométrico AER INTA Esperanza).

Los valores medios del nivel freático tendieron a disminuir respecto a las mediciones realizadas con anterioridad (Martins et al, 2019), pero igualmente quedaron sectores del departamento con valores cercanos a 0,50 m de profundidad (monitoreo realizado en junio de 2019, Figura 1) #. En el centro y sur del departamento hay distritos y ambientes en los cuales la profundidad del nivel freático osciló entre 1,50 y 2,50 m, situaciones donde se dan las mayores posibilidades de aporte hídrico de la napa al cultivo, y el riesgo de anegamiento es bajo. En otros sectores, hubo ambientes con independencia de la napa -con niveles por debajo de los 2,50 m- que no constituyen un aporte hídrico importante a los cultivos y por lo tanto el aporte hídrico depende exclusivamente de las precipitaciones y del agua acumulada en el perfil (Cisneros et al., 2014).



En relación con los cultivos extensivos, en investigaciones desarrolladas por Nosetto et al. (2009), se cuantificaron los rangos de profundidad óptimos para trigo, maíz y soja en suelos de textura más gruesa que los del centro Santafesino. Para maximizar los rendimientos, el rango fue menor para el trigo (0,70 a 1,65 m) en comparación a los cultivos de verano, que en términos generales se encontraron entre 1,20 y 2,50 m, ya que desde allí la franja capilar puede ser alcanzada por las raíces de los cultivos. Con valores menores a éstos, las raíces comienzan a sufrir anoxia, los cultivos se ven estresados y van disminuyendo su producción pudiendo llegar al rinde cero por muerte de plantas.

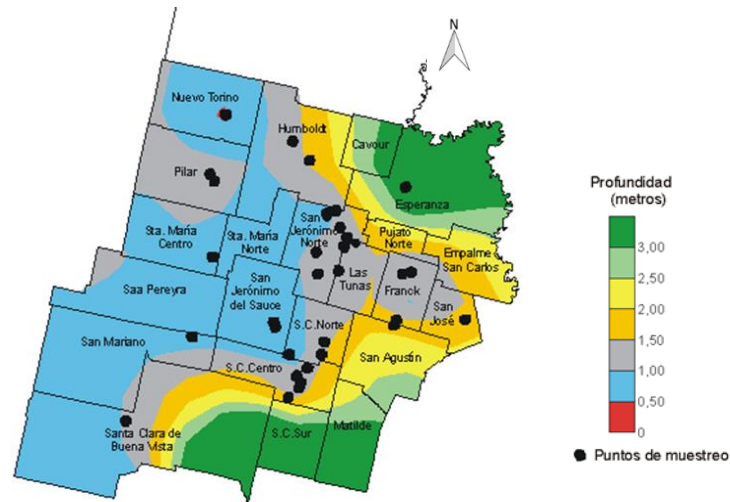


Figura 1. Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, en el centro de la provincia de Santa Fe. Puntos negros: puntos de medición. Junio de 2019.

Entre los meses de junio y octubre, las precipitaciones fueron de 217 mm para Esperanza, 210 mm en Pilar y de 185 mm para San Carlos Centro (Registro pluviométrico AER INTA Esperanza). De esta manera, en la mayoría de los distritos del centro - sur del departamento, el nivel freático se posicionó por debajo de 1,50 m de profundidad y las distintas labores productivas se pudieron realizar en tiempo y forma (Figura 2).

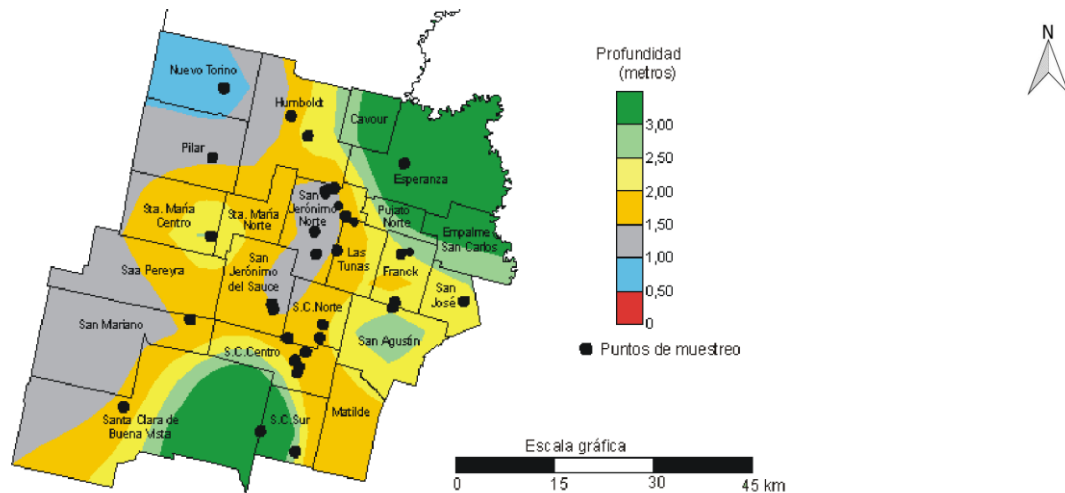


Figura 2. Nivel freático estimado en el departamento Las Colonias, en el centro de la provincia de Santa Fe. Puntos negros: puntos de medición. Octubre de 2019.

Para noviembre, las precipitaciones fueron escasas en el departamento, alrededor de un 40 % del valor histórico (128 mm). En diciembre, el mayor milimetraje de lluvias se registró durante los días 14 y 15, donde en algunas localidades se superó en aproximadamente un 50 % al valor medio histórico para este mes. Principalmente, los valores más altos se dieron en el centro del departamento, en localidades como San Jerónimo norte (262 mm), Pilar (280 mm), Santa María (260 a 300 mm), Humboldt (260 mm) y Esperanza (262 mm) (Registro pluviométrico AER INTA Esperanza). Como consecuencia de esto, se vio afectada una zona importante del departamento, limitada al oeste por las localidades de Pilar, Santa María norte y Nuevo Torino; al sur por la ruta 19; al norte por la ruta 70 y al este por Empalme San Carlos, Colonia San José y Franck; una gran zona de aproximadamente 150.000 ha (Figuras 3, 4 y 5).

La zona norte del departamento recibió valores inferiores de lluvia (entre 60 y 120 mm), lo que, sumado a su topografía, no generó mayores inconvenientes (Registro pluviométrico AER INTA Esperanza).

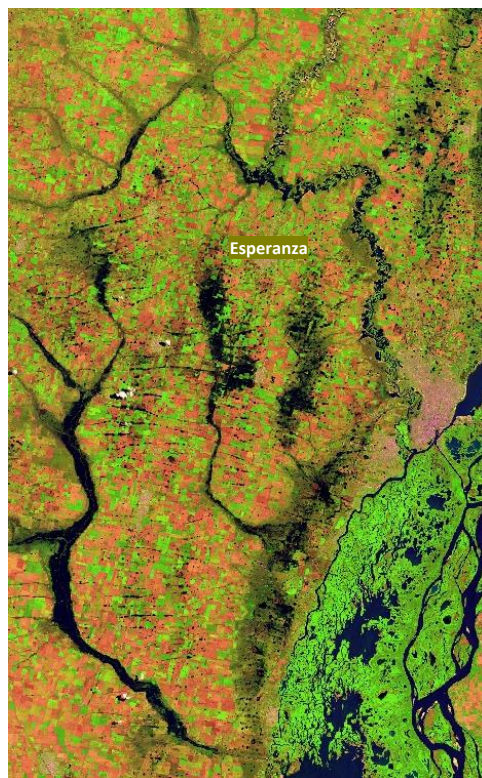


Figura 3. Imagen satelital del centro este de la provincia de Santa Fe a diciembre de 2019. Referencias: tonos más oscuros indican suelos saturados o agua libre. Fuente: Sentinel - Bandas 12-11-8A.

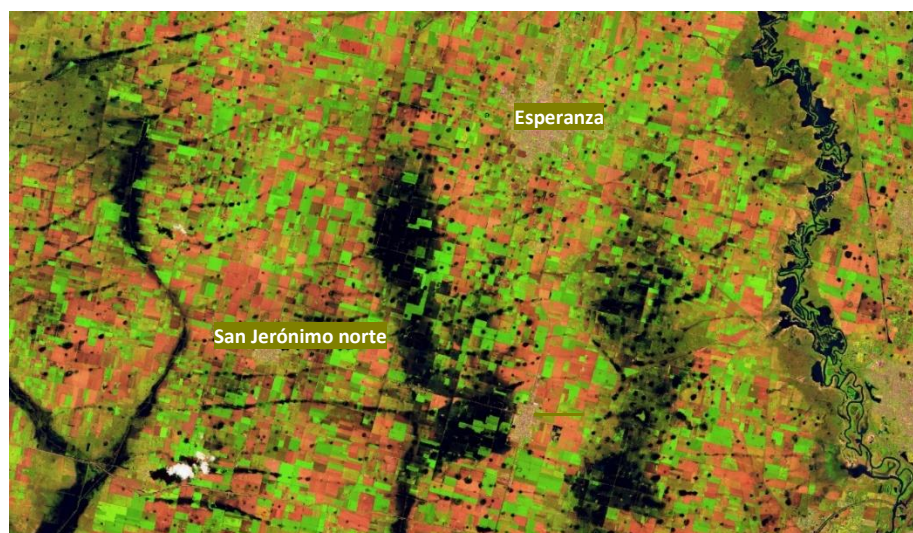


Figura 4. Imagen satelital del centro del departamento Las Colonias a diciembre de 2019. Referencias: tonos más oscuros indican suelos saturados o agua libre. Fuente: Sentinel - Bandas 12-11-8A.

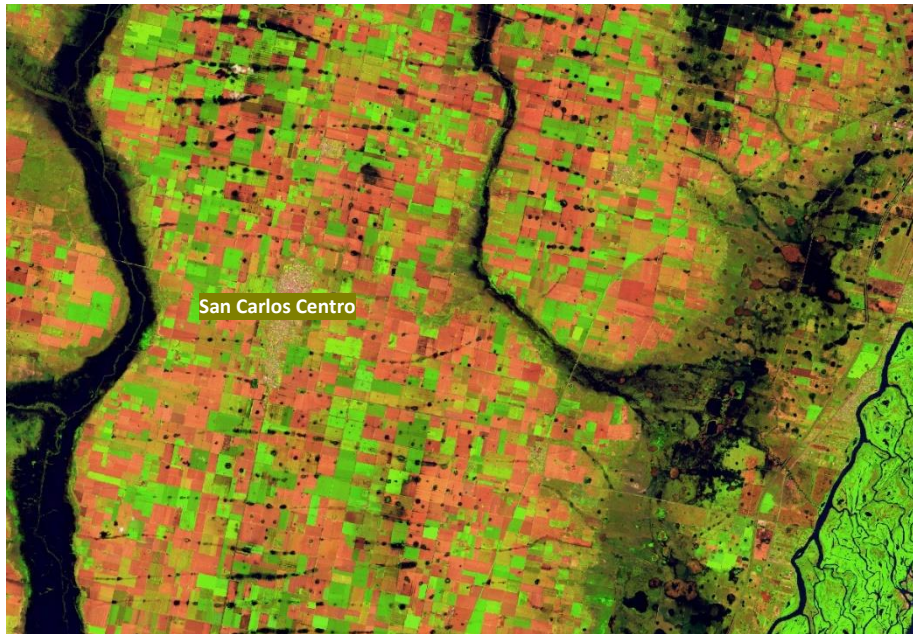


Figura 5. Imagen satelital del sur del departamento Las Colonias a diciembre de 2019. Referencias: tonos más oscuros indican suelos saturados o agua libre. Fuente: Sentinel - Bandas 12-11-8A.

Advertencia: Esta información está generada en base a una red de puntos de muestreo que permiten tener una aproximación a la situación del nivel freático en distintos departamentos del centro de Santa Fe. Por la escala de trabajo, es posible que dentro de cada categoría existan sectores que puedan hallarse en mejor o peor situación que la reflejada en el mapa, con especial hincapié en las categorías de 0 a 0,50 m y 0,50 a 1 m, donde se ha podido constatar caminos rurales anegados y bajos naturales con agua en superficie.

CONCLUSIONES

La dinámica del nivel freático evidenció una disminución del mismo en el departamento Las Colonias entre junio 2019 y octubre 2019, debido principalmente a la escasez de precipitaciones dadas durante este período. Por lo tanto, no se presentaron los problemas generados por el anegamiento, en sectores que habitualmente tenían cierta recurrencia de dicho fenómeno, como en años anteriores.

Al nivel de cuenca, es imprescindible la presencia de infraestructura y de labores (mantenimiento de caminos, limpieza de cunetas y alcantarillas, etc.) extra prediales que faciliten el escurrimiento superficial del agua de lluvia.



Además, el monitoreo del nivel freático en cada establecimiento agropecuario dentro de cada cuenca, le permitiría al productor generar posibles medidas preventivas sobre su agrosistema, medidas relacionadas con las actividades productivas a realizar, con las especies de cultivos a implantar, con las rotaciones a realizar en el largo plazo, con las labranzas a implementar y con otros manejos que permitan amortiguar el impacto de la napa.

El exceso hídrico de diciembre de 2019 tuvo un impacto negativo en la producción agropecuaria, con la presencia de agua acumulada en cunetas, con caminos rurales totalmente anegados, con encharcamientos y/o planchado del suelo en lotes productivos, por la pérdida de cultivos de soja y maíz. La producción de los tambos se afectó por la dificultad ocasionada al momento de alimentar al ganado y por la pérdida de pasturas, sobre todo de las alfalfas. Este exceso seguramente provocó una alteración del nivel freático, por lo tanto, es información relevante y necesaria al momento de realizar una futura medición de la napa.

AGRADECIMIENTOS

A los técnicos de AFA Humboldt y de la Coop. Guillermo Lehmann; a todos los productores que permiten realizar la medición del nivel freático en sus establecimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bertram, N.; Chiacchiera, S. (2015). Ascenso de napas en la Región Pampeana: ¿Consecuencia de los cambios en el uso de la tierra? 2016, de INTA Sitio web: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_napas_mjz_13.pdf
- Cisneros, J.; Gil, H.; De Prada, J.; Degioanni, A.; Cantero A. y Giayetto, O. 2014. Estado actual, pronósticos y propuestas de control de inundaciones en el centro-este de la provincia de Córdoba. Facultad de Agronomía y Veterinaria Servicio de Conservación y Ordenamiento de Tierras (SECYOT). Disponible en: <http://www.proinunrc.com.ar/pdf/pdf/Informe%20Inundacion%20SeCyOT%202014.pdf>
- D'Elia, M.; Tujchneider, O.; Pusineri, G.; Paris M. y Pérez M., 2014. Propuesta metodológica para la determinación de áreas potenciales de recarga a acuíferos libres en llanuras. XIX Congreso Geológico Argentino, junio 2014, Córdoba.
- Martins, L.; Guerra, S.; Chiavassa, A.; Tosolini, R. 2019. Nivel freático en el departamento Las Colonias. (Santa Fe - Argentina). Pp. 109. Disponible en: http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/misc_online/INTA_Rafaela_Publicacion_cultivos_VERANO_2019.pdf
- Nosetto, M.D.; E.G. Jobbágy, R.B. Jackson, G.A. Sznaider. 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. Field Crops Research 113 (2009). Pp. 138-148.
- Sentinel. Imágenes satelitales del departamento Las Colonias, Santa Fe, Argentina. Disponible en: <https://www.sentinel-hub.com/>