



**REGIÓN SUR
DE SANTA FE**

Informe final de la Red de Variedades de Trigo 2023-2024 CREA-SSF

Román Domínguez (*Coordinación regional*)
Agustina Donovan (*Coordinación de ensayos*)
Guillermo Marccasini (*Responsable de sitios*)
Santiago Alvarez Prado (*Análisis de datos, elaboración de informe*)
Guido Di Mauro (*Análisis de datos, elaboración de informe*)

Descripción de la Red:

Durante la campaña 2023-2024 se llevaron a cabo ensayos en 12 sitios (Tabla 1), de los cuales 10 fueron cosechados. Las dos localidades que no se cosecharon fueron General Baldissera (no se sembró) y Monte Buey (78% daño de granizo). En la Tabla 1 se describen los experimentos en cada sitio.

Tabla 1: Descripción de los ensayos de la red. Se indica el nombre del establecimiento, CREA, localidad, su-región y fechas de siembra de los cultivares de ciclo largo (FS CL) y ciclo corto (FS CC). En colores se indican las localidades que fueron dadas de baja, una que no se sembró (Corral de Bustos) y la otra por daño significativo (78%) de granizo (Monte Buey).

Establecimiento	CREA	Localidad	Lat	Lon	Sub Región	FS CL	FS CC
Flor de Cardo	Las Petacas	Centeno	-32.081751	-62.303021	S1	6-jun	6-jun
San Vicente	San Jorge-Las Rosas	Cruz Alta	-32.974968	-61.772547	S1	6-jun	13-jun
De la Ostia	Rosario	Pujato	-32.988136	-60.986987	S1	6-jun	6-jun
El Embrujo	Las Petacas	El Fortin	-32.270068	-61.449766	S1	1-jun	23-jun
El Remanso	Gral. Baldissera	Corral de Bustos*	-	-	S2	-	-
Santo Domingo	Monte Buey-Inriville	Monte Buey	-32.921758	-62.363032	S2	14-jun	27-jun
La Dorita	Monte Maíz	Alejo Ledesma	-33.389783	-62.597618	S2	12-jun	12-jun
El Retiro	Gral. Baldissera	Maggiolo	-33.826687	-62.405122	S2	7-jun	23-jun
San Alfredo	Santa Isabel	Santa Emilia II	-33.875856	-61.446656	S3	1-jun	9-jun
Salvia Hnos	Teodelina	Chapuy	-33.803642	-61.688418	S3	15-jun	15-jun
El Ciprés	Gral. Arenales	Gral. Arenales	-34.276971	-61.296421	S3	30-may	22-jun
La Alegría	Santa Isabel	Santa Emilia I	-33.823332	-61.529919	S3	3-jun	15-jun

Localidad no sembrada.

Localidad afectada por granizo (78% de daño).

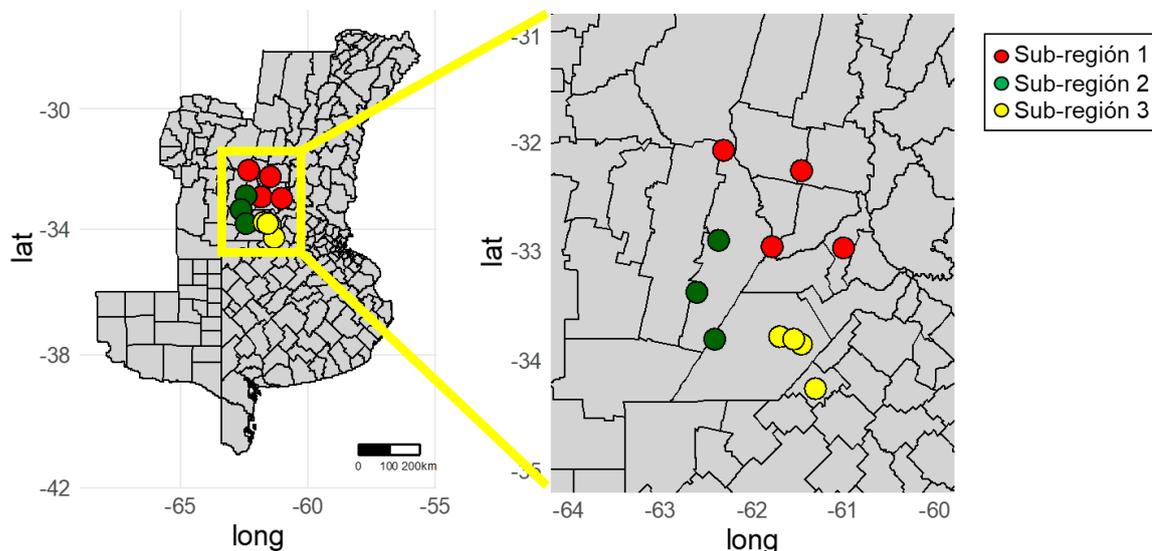


Figura 1: Ubicación de los sitios donde se realizaron los ensayos de la campaña 23-24. Los puntos rojos, verdes y amarillos sobre el mapa indican las localidades correspondientes a las sub-regiones 1, 2 y 3 de CREA.

Variedades evaluadas:

Se evaluaron un total de 20 variedades (12 de ciclo largo y 8 de ciclo corto) de diferentes empresas (Tabla 2). Todas las variedades estuvieron presentes en todos los sitios, excepto por Klein EXTREMO (ver tablas de rendimiento).

Tabla 2. Lista de variedades indicando semillero y largo de ciclo en cada caso.

Semillero	Variedad	Ciclo
ACA	ACA308	CL
ACA	ACA502	CL
ACA	FRESNO	CL
BIOCERES	ARAZA	CL
BIOSEMINIS	SARANDI	CL
BUCK	SY109	CL
DON MARIO	DM CATALPA	CL
ILLINOIS	IS TERO	CL
KLEIN	EXTREMO	CL
KLEIN	LEYENDA	CL
NIDERA	B750	CL
NIDERA	B620	CL
NIDERA	B610	CL
RAGT	QUIRIKO	CL
ACA	ACA605	CC
BIOCERES	ARCE	CC
BIOSEMINIS	ALAMO	CC
BUCK	AIMARA	CC
NIDERA	B525	CC















Condiciones iniciales y manejo:

Todos los experimentos se realizaron en condiciones de secano y con la tecnología disponible del productor. La información de manejo, suelo y agua se presentan en la Tabla 2. En líneas generales, los trigos partieron con entre 50 y 170 mm a la siembra (Tabla 3, Fig. 2). El agua total, estimada como la suma del agua útil a la siembra y las precipitaciones, varió entre 500 y 750 mm según la localidad. Por otro lado, todos los sitios evaluados presentaron elevados valores de nitrógeno disponible a la siembra variando entre 115 y 170 kg N ha⁻¹ (Tabla 3; Fig. 2).

Tabla 3. Fecha de siembra, densidad, distancia entre hileras, información del suelo, nutrientes y agua, y número de aplicaciones de fungicidas, presencia y daño de heladas en las distintas localidades evaluadas.

Campo	CREA	Localidad	Zona	FS CL	FS CC	Dens CL (pl/m ²)	Dens CC (pl/m ²)	DE S	MO %	pH	Ns (kg/ha)	Na (kg/ha)	Ps (ppm)	Pa (kg/ha)	S-SO ₄ (ppm)	AUS (mm)	pp (mm)	Fung	Heladas	Daño
Flor de Cardo	Las Petacas	Centeno	S1	6-jun	6-jun			0.2	2.7	5.8	168	5.5	25.9	26.0	14.0	171	576	2	NO	0
San Vicente	San Jorge-Las Rosas	Cruz Alta	S1	6-jun	13-jun	263.3	253.0	0.2	2.9	5.9	140	69.0	32.5	12.8	11.0	107	440	2	SI	80
De la Ostia	Rosario	Pujato	S1	6-jun	6-jun	155.7	152.0	0.3	2.7	5.9	132	147.8	16.0	40.0	13.0	167	513	1	NO	
El Embrujo	Las Petacas	El Fortin	S1	1-jun	23-jun	227.0	160.4	0.2	2.6	5.9	146	27	19.9	0	12.0	154	342	0	NO	0
La Dorita	Monte Maíz	Alejo Ledesma	S2	12-jun	12-jun	233.1	213.9	0.2	1.9	5.9	143	11.3	14.9	52.0	11.0	115	458	0	SI	0
El Retiro	Gral. Baldissera	Maggiolo	S2	7-jun	23-jun	248.5	248.9	0.2	2.4	5.9	170	133.4	24.7	20.0	14.0	51	512	1	NO	0
San Alfredo	Santa Isabel	Santa Emilia II	S3	1-jun	9-jun	253.4	193.8	0.2	2.8	5.9	150	73.6	14.3	2.4	12.0	131	411	2	SI	13
Salvia Hnos	Teodelina	Chapuy	S3	15-jun	15-jun	235.0	237.5	0.2	3.6	5.8	158	120.8	35.9	296.0	16.0	138	447	2	SI	5
El Ciprés	Gral. Arenales	Gral. Arenales	S3	30-may	22-jun	283.4	281.7	0.2	2.7	5.8	115	118.3	30.4	41.5	13.0	122	442	0	SI	
La Alegría	Santa Isabel	Santa Emilia I	S3	3-jun	15-jun	259.1	268.4	0.2	2.6	5.9	164	16.5	15.3	78.0	13.0	117	455	2	NO	0

FS: fecha de siembra

DES: distancia entre surcos

Ns, Ps, Ss : N, P y S del suelo

Na, Pa, Sa : N, P y S aplicado

AUS: Agua útil a la siembra se indica en mm

Lluvias de mayo a diciembre inclusive.

Fung: Cantidad de aplicaciones de funguicida.

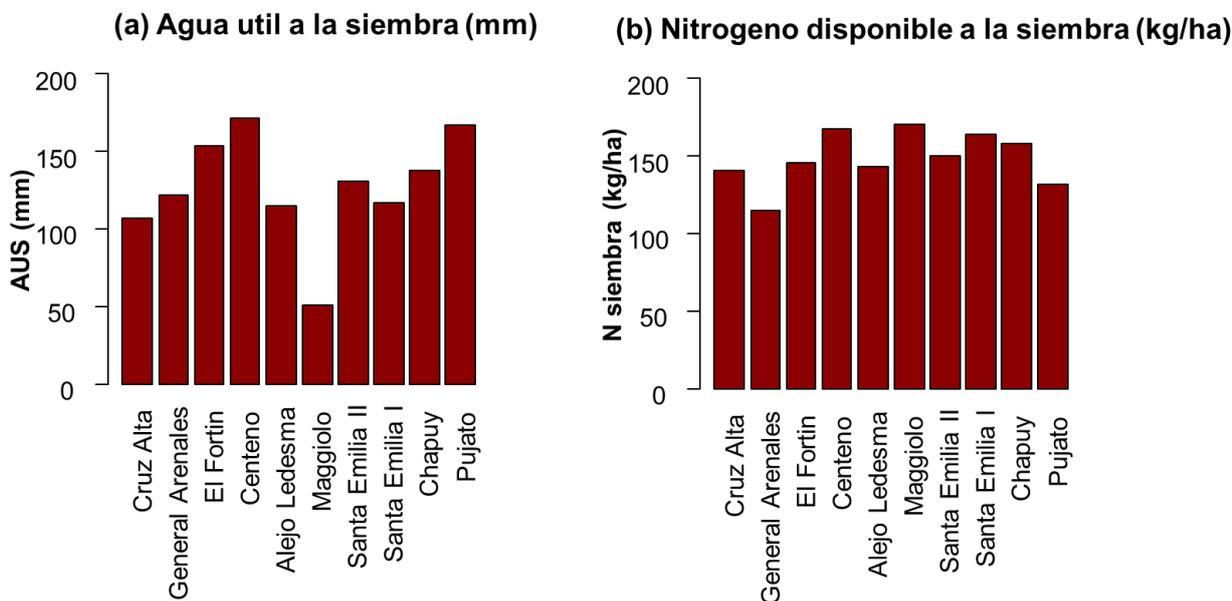


Figura 2: (a) Agua útil (0-80 cm) y (b) nitrógeno disponible a la siembra (0-60 cm) en los sitios evaluados de la red.

Respecto a la densidad lograda, la misma fue similar para variedades de distinto largo de ciclo con 239 y 226 pl m⁻² para ciclos largos y cortos, respectivamente (Fig. 3).

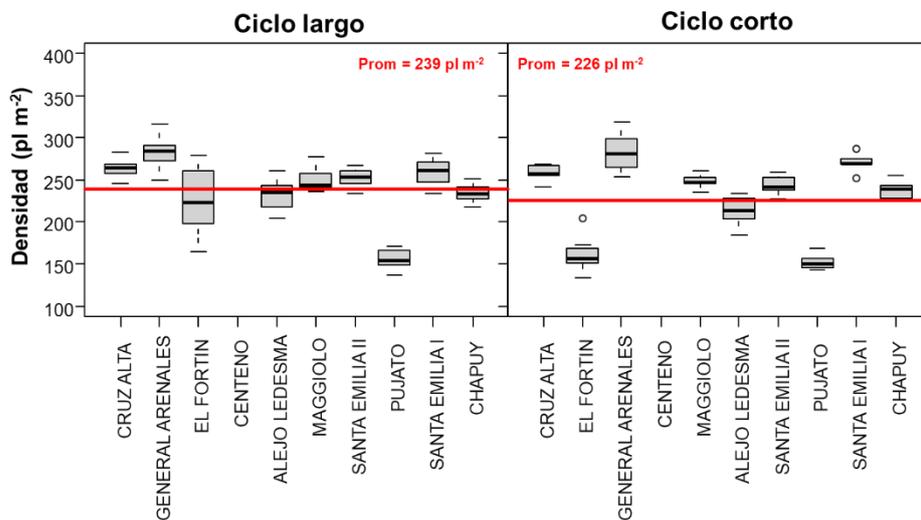


Figura 3: Densidad lograda medida a cosecha en ciclos largos y cortos de las 10 localidades evaluadas.

Diseño y análisis:

En todos los experimentos se utilizó un diseño con testigos apareados (Fig. 4), uno para cada largo de ciclo, el cual se repitió entre tres y cuatro veces en cada ensayo. Las parcelas fueron franjas de un mínimo de 12 surcos (dependiendo del ancho de la maquinaria del productor) y con un mínimo de 200 m de largo.

Los ensayos se sembraron y cosecharon con la tecnología disponible por el productor.

El análisis se realizó mediante un análisis de la variancia considerando la variabilidad del testigo en cada largo de ciclo. A partir de este análisis se estimaron medias ajustadas para cada variedad. El análisis contó con los siguientes pasos:

1. Análisis de la variancia para cada localidad en forma individual combinando ciclos largos y cortos en el mismo análisis.
2. Estimación del CV a partir del análisis de la variancia.
3. Se descartaron aquellas localidades cuyo CV fue mayor al 15%.
4. Se realizó el análisis de la variancia en forma individual y conjunta para aquellos sitios con CV menor o igual al 15%.
5. Se repitieron los mismos pasos, pero discriminando por ciclo (un análisis para los ciclos cortos y otro para los ciclos largos). Debido a esto, puede ocurrir que en las tablas con las medias ajustadas haya distinto número de localidades en un caso (largos y cortos juntos) que en otro (largos y cortos separados).

VAR ORDEN

T1	TESTIGO CICLO LARGO
1	ACA 308
2	FRESNO
3	ACA 502
5	Araza
T2	TESTIGO CICLO LARGO
7	SARANDÍ
9	SY 109
11	DM CATALPA
12	IS TERO
T3	TESTIGO CICLO LARGO
13	Leyenda
15	B 620
17	B 750
18	B 610
19	QUIRIKO
T5	TESTIGO CICLO LARGO

VAR ORDEN

T1	TESTIGO CICLO CORTO
3	ACA 605
8	ÁLAMO
10	Aimara
T2	TESTIGO CICLO CORTO
14	Extremo
16	B 525
20	Arce
T3	TESTIGO CICLO CORTO

Figura 4: Esquema del orden de siembra para las variedades de ciclo largo (izq.) y las de ciclo corto (der.). En ambos casos se utilizan testigos específicos, los cuales se repiten 3 o 4 veces según sea de ciclo corto o largo, respectivamente.

Clima campaña:

La campaña 2023 se caracterizó por presentar temperaturas medias, durante los meses de invierno (junio-agosto), superiores (12-17%) a la media histórica (Fig. 5 y Tabla 4). El resto del ciclo del cultivo presentó temperaturas similares a las medias históricas (Tabla 4). Por otro lado, las precipitaciones acumuladas durante el ciclo (mayo-diciembre) fueron variables en sitios, siendo un 18% menores a las históricas para General Arenales y un 96% mayores para Chapuy (Fig. 6; Tabla 4). Por último, el cociente fototermal (relación entre la radiación y la temperatura) mostró valores superiores a la serie histórica durante el período en cual transcurre frecuentemente el período crítico (fines de septiembre-octubre; Fig. 5). Esto indica una situación potencial mayor que en años promedio, siempre y cuando haya disponibilidad de agua y nutrientes. En esta campaña particular, debido a las temperaturas medias elevadas durante los meses de invierno, la fenología de las variedades con requerimientos de vernalización mostró un retraso debido a la dificultad para acumular horas de frío. De esta manera, es probable que los períodos críticos de estas variedades hayan ocurrido más tarde, con cocientes fototermales menores a los de la serie histórica (a la derecha de la segunda línea punteada Fig. 5 panel inferior).

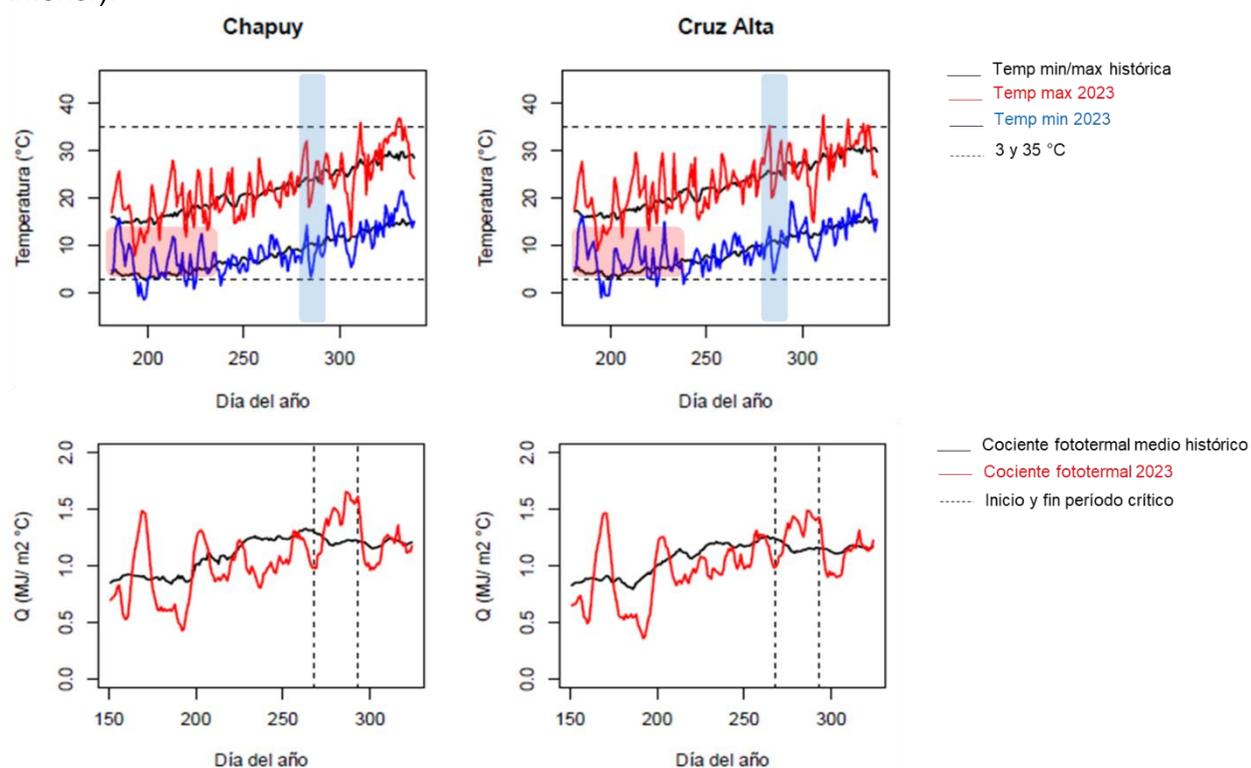


Figura 5: (Panel superior) Marcha diaria de la temperatura máxima y mínima media histórica (líneas negras) y de 2023 (azul= mínima; roja= máxima) durante el ciclo del cultivo de trigo para las localidades de Chapuy (máximos rendimientos alcanzados) y Cruz Alta (mínimos rendimientos alcanzados). Los recuadros rojos resaltan las altas temperaturas mínimas respecto a la media histórica para los meses de invierno. Los recuadros azules indican ocurrencia de una helada el 12 de octubre. (Panel inferior) Marcha diaria del cociente fototermal medio histórico (línea negra) y del de 2023 (línea roja). Las líneas punteadas indican los momentos típicos de inicio y fin del período crítico.

Tabla 4. Comparación entre las temperaturas medias de todo el ciclo, de invierno, del período crítico (PC), del llenado de granos (LLG), del cociente fototermal durante período crítico y las precipitaciones acumuladas durante el ciclo del cultivo para la campaña 2023 vs el histórico (1985-2023). Las diferencias se expresan como un rango (mínimo y máximo) y en términos relativos al histórico.

Variable	Variación relativa
Temperaturas medias Jun-Dic	+0.5 y +3%
Temperaturas medias Jun-Ago	+12 y +17% (1.3-2.2°C)
Temperaturas medias PC	+0.3 y +7%
Temperaturas medias LLG	-1 y +0.2%
Cociente fototermal PC	+12 y +26%
Pp acumuladas May-Dic	-18 y +96%

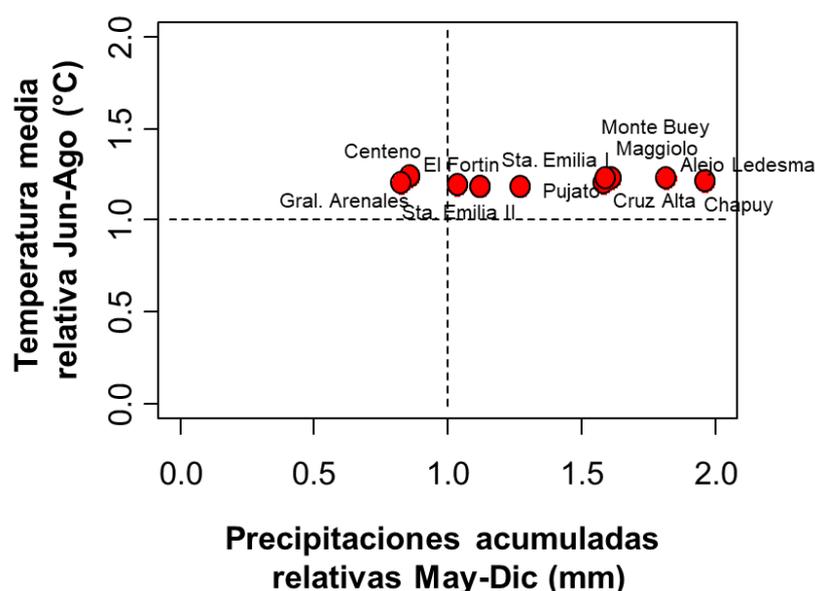


Figura 6: Relación entre las temperaturas medias invernales de 2023 relativas a la serie histórica (1985-2023) vs las precipitaciones acumuladas durante el ciclo (mayo-diciembre) relativas a la serie histórica (1985-2023) para todas las localidades evaluadas. Valores de 1 indican valores similares entre la campaña 2023 y la media histórica.

Resultados:

Los resultados del ECR de la campaña 2023-24 muestran grandes variaciones en el rendimiento, las cuales fueron de alrededor de 500 a 8000 kg ha⁻¹ (Fig. 7). Esta variación estuvo principalmente explicada por la Localidad, la cual explicó un 88% de las variaciones en rendimiento (Fig. 7) siendo Chapuy la localidad que presentó los mayores rendimientos, con 7400 kg ha⁻¹ en promedio, y Cruz Alta la que presentó los menor rendimientos, con 1600 kg ha⁻¹ en promedio. Por otro lado, en el análisis conjunto, la variedad explicó menos de un 1% de las variaciones en el rendimiento (Fig. 7). En la tabla 5 se detalla el ranking general de rendimiento (mezclando ciclos largos y cortos), además del rendimiento de estas variedades para cada localidad. En esta campaña se destacaron las variedades de ciclo largo Fresno, Catalpa, Sy109, Sarandi y Tero (Tabla 5), y las variedades de ciclo corto Baguette 525 y Aimara (Tabla 5). La variedad Extremo sólo se evaluó en tres localidades.

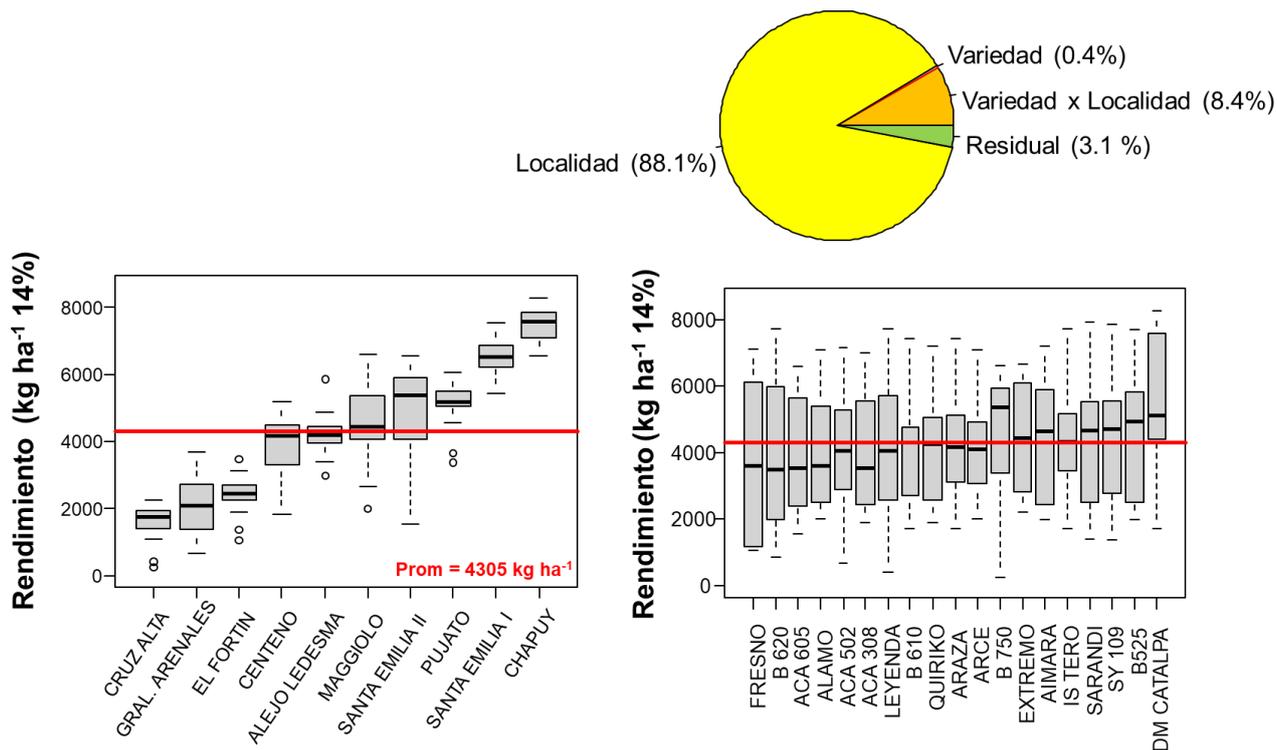


Figura 7: El gráfico de torta muestra la partición de la variación del rendimiento en Variedad, Localidad y su interacción, expresada en porcentaje. El boxplot de la izquierda muestra la variabilidad de los rendimientos obtenidos en la red de experimentos ordenados de menor a mayor por localidad. La línea roja indica la media de rendimiento de la campaña de 4231 kg ha⁻¹. El boxplot de la derecha muestra la variabilidad del rendimiento de cada variedad evaluada en la red de experimentos. La línea roja indica la media de rendimiento.

La tabla 5 muestra los rankings de rendimiento para el conjunto y para cada localidad por separado. Los rendimientos están ordenados de mayor a menor de acuerdo al rendimiento del análisis conjunto. De acuerdo a este análisis, las variedades Fresno, Catalpa, Baguette 525, Sy109, Sarandi, Tero y Aimara se destacaron por sobre el resto de las variedades (Tabla 5).

Tabla 5. Rendimiento (kg/ha, 14% de humedad) de las variedades evaluadas, ordenadas de mayor a menor rendimiento de acuerdo al promedio conjunto (primera columna). En verde se indican las variedades de mayor rendimiento sin diferencias significativas de acuerdo a la diferencia mínima significativa (DMS) ($p < 0,05$). En amarillo se indican el resto de las variedades. Al final de la tabla se indica el promedio del sitio, el CV (%), la DMS, y la diferencia entre el rendimiento máximo y el mínimo para cada sitio.

Variedad	Ciclo	Conjunto	Sub-región 1		Sub-región 2		Sub-región 3			
			CENTENO	CRUZ ALTA	ALEJO LEDESMA	MAGGIOLO	CHAPUY	GENERAL ARENALES	SANTA EMILIA I	SANTA EMILIA II
FRESNO	CL	4910	4531	1073	3545	6585	7102	3679	6649	6114
DM CATALPA	CL	4822	4603	1755	4464	6319	8274	1691	7405	4066
B525	CC	4822	4457	2006	4481	5819	7689	2503	6149	5472
SARANDI	CL	4669	4541	1388	4538	5288	7904	1526	7318	4851
AIMARA	CC	4651	4459	1959	4205	4822	7198	2349	6329	5886
SY 109	CL	4633	4980	1908	4450	5090	7859	1347	7493	3935
IS TERO	CL	4581	5189	1897	4188	4464	7743	1686	7540	3943
ARCE	CC	4388	4263	1998	3962	4647	7094	2814	6349	3976
ARAZA	CL	4345	4164	2058	4192	4699	7419	1693	7174	3361
QUIRIKO	CL	4319	4568	2241	4185	3864	7214	1873	6305	4304
B 610	CL	4318	3940	1891	4322	4290	7419	1699	6238	4742
ACA 605	CC	4182	4017	1554	3832	3211	6568	2588	5702	5980
LEYENDA	CL	4119	2784	410	4016	4072	7716	2378	6321	5258
ACA 308	CL	4106	4091	1895	2972	2009	6885	2438	6992	5563
EXTREMO	CL	4086	2191		3408		6659			
B 750	CL	4034	1821	255	3884	4195	6627	3375	6108	6004
ALAMO	CC	3984	2496	2004	4354	2854	7080	2604	5952	4528
ACA 502	CL	3962	4197	1751	4070	4086	7168	674	6856	2891
B 620	CL	3884	4368	1595	4224	4271	7742	1192	6145	1535
Promedio		4359	3982	1647	4068	4477	7335	2117	6613	4578
CV		8.6	6.9	7.5	14.4	13.8	2.8	9.3	3.7	4.0
DMS		522	821	490	ns	2295	855	865	891	1263
Dif Max-Min		1026	3368	1986	1566	4576	1706	3005	1838	4579

Tabla 6. Rendimiento (kg/ha, 14% de humedad) de las variedades evaluadas por sub-región CREA, ordenadas de mayor a menor rendimiento de acuerdo al a la sub-región 1. En verde se indican las variedades de mayor rendimiento sin diferencias significativas de acuerdo a la diferencia mínima significativa (DMS) ($p < 0,05$). En amarillo se indican el resto de las variedades. Al final de la tabla se indica el promedio del sitio, el CV (%), la DMS, y la diferencia entre el rendimiento máximo y el mínimo para cada sitio.

Variedad	Sub-región 1	Sub-región 2	Sub-región 3
IS TERO	3543	4326	6409
SY 109	3444	4770	6429
QUIRIKO	3405	4025	5941
B525	3232	5150	6437
AIMARA	3209	4514	6471
DM CATALPA	3179	5392	6582
ARCE	3131	4305	5806
ARAZA	3111	4446	5985
ACA 308	2993	2491	6480
B 620	2982	4248	5141
ACA 502	2974	4078	5638
SARANDI	2965	4913	6691
B 610	2916	4306	6133
FRESNO	2802	5065	6622
ACA 605	2786	3522	6083
ALAMO	2250	3604	5853
LEYENDA	1597	4044	6432
B 750	1038	4040	6246
EXTREMO*	986	3577	5501
Promedio	2765	4253	6152
CV (%)	48	17	20
DMS	255	2009	1535
Dif Max-Min	2557	2901	1550

En la tabla 6 se muestra el ranking de genotipos para cada subregión. En líneas generales la sub-región 3 fue la que presentó un mayor rendimiento promedio, con 6181 kg ha⁻¹, seguido de la sub-región 2 con 4078 kg ha⁻¹ y la sub-región 1 con 2765 kg ha⁻¹ (Tabla 6). Vale aclarar que la variedad Extremo está resaltada en gris debido a que los resultados deben ser tomados con cautela debido a que sólo se evaluó en un sitio de cada sub-región y por lo tanto los valores observados en la tabla pueden no ser representativos (Tabla 6).

Tabla 7. Rendimiento (kg/ha, 14% de humedad) de las variedades de **CICLO LARGO** evaluadas, ordenadas de mayor a menor rendimiento de acuerdo al promedio conjunto (primera columna). En verde se indican las variedades de mayor rendimiento sin diferencias significativas de acuerdo a la diferencia mínima significativa (DMS) ($p < 0,05$). En amarillo se indican el resto de las variedades. Al final de la tabla se indica el promedio del sitio, el CV (%), la DMS, y la diferencia entre el rendimiento máximo y el mínimo para cada sitio.

Variedad	Ciclo	Conjunto	Sub-región 1		Sub-región 2		Sub-región 3			
			CENTENO	CRUZ ALTA	ALEJO LEDESMA	MAGGIOLO	CHAPUY	GENERAL ARENALES	SANTA EMILIA I	SANTA EMILIA II
FRESNO	CL	4910	4531	1073	3545	6585	7102	3679	6649	6114
DM CATALPA	CL	4822	4603	1755	4464	6319	8274	1691	7405	4066
SARANDI	CL	4669	4541	1388	4538	5288	7904	1526	7318	4851
SY 109	CL	4633	4980	1908	4450	5090	7859	1347	7493	3935
IS TERO	CL	4581	5189	1897	4188	4464	7743	1686	7540	3943
ARAZA	CL	4345	4164	2058	4192	4699	7419	1693	7174	3361
QUIRIKO	CL	4319	4568	2241	4185	3864	7214	1873	6305	4304
B 610	CL	4318	3940	1891	4322	4290	7419	1699	6238	4742
LEYENDA	CL	4119	2784	410	4016	4072	7716	2378	6321	5258
ACA 308	CL	4106	4091	1895	2972	2009	6885	2438	6992	5563
EXTREMO	CL	4086	2191		3408		6659			
B 750	CL	4034	1821	255	3884	4195	6627	3375	6108	6004
ACA 502	CL	3962	4197	1751	4070	4086	7168	674	6856	2891
B 620	CL	3884	4368	1595	4224	4271	7742	1192	6145	1535
Promedio		4342	3998	1547	4033	4556	7409	1942	6811	4351
CV		7.3	7.8	10.0	8.1	12.3	1.0	13.8	3.4	4.2
DMS		565	1249	853	1566	2390	370	1241	1219	1263
Dif Max-Min		1026	3368	1986	1566	4576	1647	3005	1432	4579

Tabla 8. Rendimiento (kg/ha, 14% de humedad) de las variedades de **CICLO CORTO** evaluadas, ordenadas de mayor a menor rendimiento de acuerdo al promedio conjunto (primera columna). En verde se indican las variedades de mayor rendimiento sin diferencias significativas de acuerdo a la diferencia mínima significativa (DMS) ($p < 0,05$). En amarillo se indican el resto de las variedades. Al final de la tabla se indica el promedio del sitio, el CV (%), la DMS, y la diferencia entre el rendimiento máximo y el mínimo para cada sitio.

Variedad	Ciclo	Conjunto	Sub-región 1			Sub-región 2	Sub-región 3			
			CENTENO	CRUZ ALTA	PUJATO	ALEJO LEDESMA	CHAPUY	GENERAL ARENALES	SANTA EMILIA I	SANTA EMILIA II
B525	CC	4767	4457	2006	5378	4481	7689	2503	6149	5472
AIMARA	CC	4679	4459	1959	5050	4205	7198	2349	6329	5886
ACA 605	CC	4473	4017	1554	5546	3832	6568	2588	5702	5980
ARCE	CC	4421	4263	1998	4912	3962	7094	2814	6349	3976
ALAMO	CC	4302	2496	2004	5394	4354	7080	2604	5952	4528
Promedio		4528	3938	1904	5256	4167	7126	2572	6096	5168
CV		8.8	4.8	3.0	15.0	13.1	0.2	2.0	4.3	3.9
DMS		465	1963	452	ns	ns	491	465	ns	ns
Dif Max-Min		465	1963	452	634	649	1121	465	647	2004

Las variaciones en rendimiento entre sitios no estuvieron asociada a la disponibilidad de agua, tanto a la siembra, como el agua de precipitaciones ni al agua total disponible (Fig. 8). Por otro lado, se observó una relación entre el rendimiento y el nitrógeno inicial a la siembra (Fig. 8).

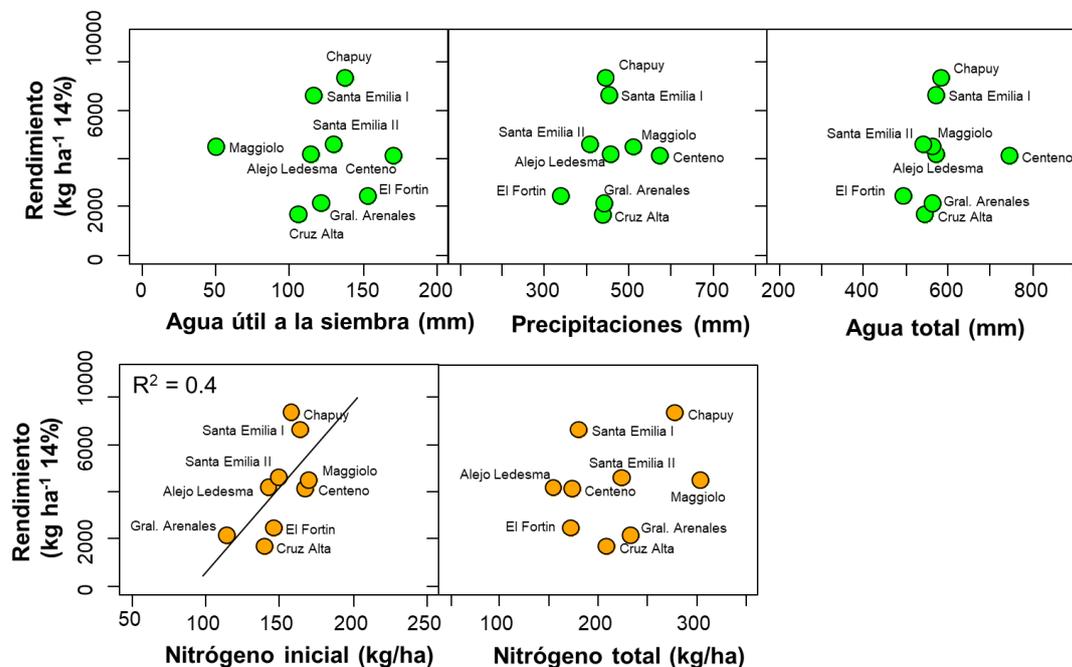


Figura 8. Relación entre el rendimiento y (panel de arriba) el agua a la siembra (mm), el agua de precipitaciones (mm) y el agua total (sumatoria de agua la siembra y precipitaciones), y (panel de abajo) nitrógeno inicial y nitrógeno total (inicial más aplicado). Se muestra el ajuste entre rendimiento y nitrógeno inicial con un r^2 de 0.4.

Por otro lado, en la campaña se registró un evento de helada el día 12 de octubre en 5 de los 10 sitios cosechados. Estos sitios fueron Cruz Alta, Alejo Ledesma, Chapuy, Santa Emilia II y Gral. Arenales. La magnitud del daño fue variable desde 0 a 80% de daño reportado (Tabla 2). Como consecuencia, no se observó un efecto general de la helada sobre el rendimiento cuando se compararon los sitios CON y SIN helada (Fig. 9). Si se observaron pisos de rendimiento menores en el grupo de sitios que registró heladas (Fig. 9).

Por último, se observaron diferencias en el uso de fungicidas donde algunos sitios reportaron 1 o 2 aplicaciones y otros ninguna aplicación (Tabla 2). En líneas generales, se observó un efecto positivo de la aplicación del fungicida aquellos sitios donde se aplicó fungicida mostraron un rendimiento mayor a aquellos sitios donde no se aplicó (Fig. 9). Esta respuesta en el rendimiento fue independiente de la presencia de heladas.

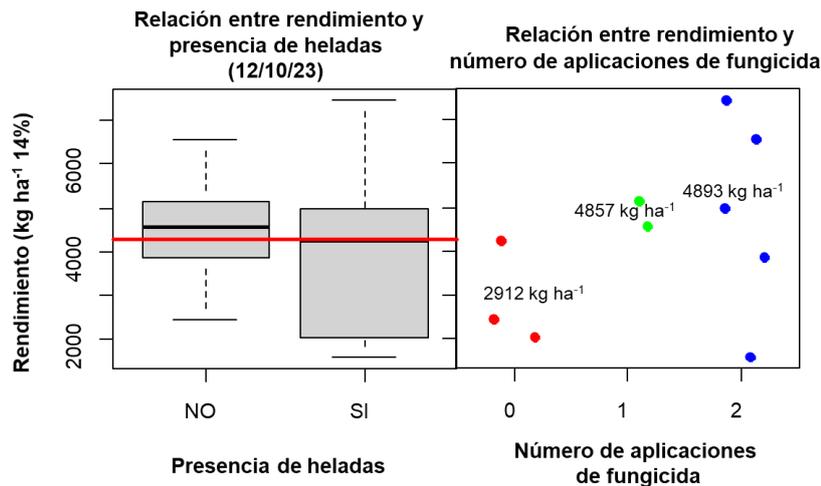


Figura 9. Relación entre el rendimiento y (panel izquierdo) presencia o ausencia de helada registrada el 12 de octubre. La línea roja marca el rendimiento promedio. El panel de la derecha muestra la relación entre el rendimiento y el número de aplicaciones de fungicida. Se indica el rendimiento promedio en cada caso.

Interacción Variedad × Ambiente

En general, los genotipos de ciclo corto presentaron buena adaptabilidad a ambientes de menor calidad, mientras que algunas variedades de ciclo largo presentaron mayor adaptabilidad a ambientes de mejor calidad y otras de mayor estabilidad (pendiente = 1). Luego, la respuesta de cada variedad a cambios en el ambiente (pendiente) se relacionó con el rendimiento promedio de la variedad. De este análisis surge que el genotipo Fresno fue el que presentó mayor rendimiento promedio con alta estabilidad ante cambios en el ambiente. Esta variedad fue seguida por DM Catalpa, Baguette 525, IS Tero, SY 109 y Sarandi, los cuales presentaron distintas estrategias en términos de ciclo y adaptabilidad ante cambios en el ambiente.

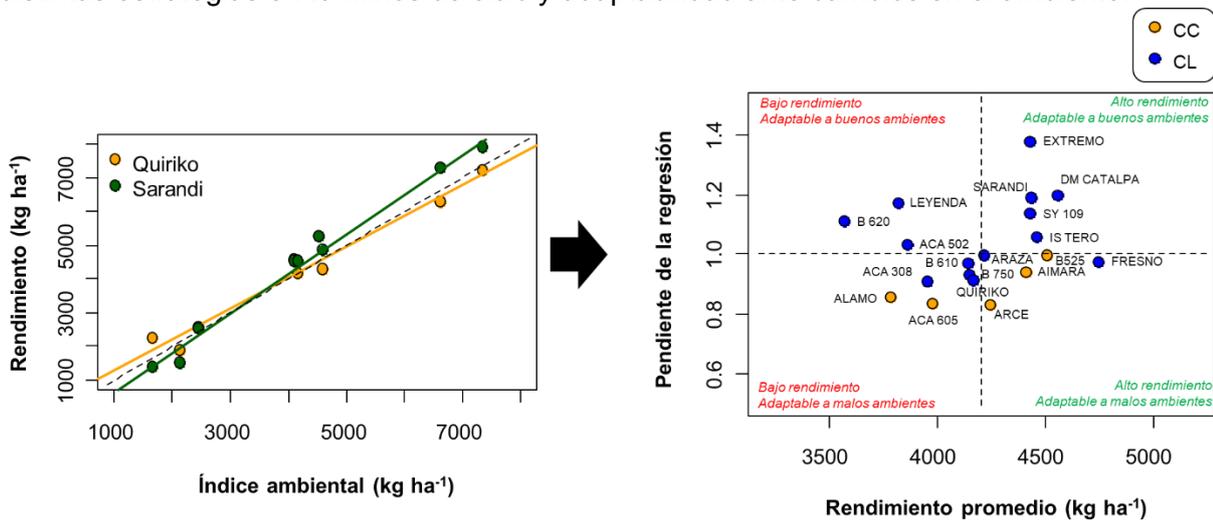


Figura 10. Relación entre el grado de estabilidad/adaptabilidad de un genotipo y su rendimiento promedio a través de la red de ensayos. El grado de estabilidad/adaptabilidad se obtuvo a partir de la pendiente entre el rendimiento del genotipo y el índice ambiental.

Número de espigas

A cosecha se estimó el componente del rendimiento número de espigas por m^{-2} . El mismo varió, en promedio, entre 245 y 479 espigas por m^{-2} a través de localidades (Fig. 11). Las variaciones en este atributo estuvieron principalmente dirigidas por el ambiente (69%). La variedad explicó un 6% de las variaciones en el número de espigas m^{-2} (Fig. 11).

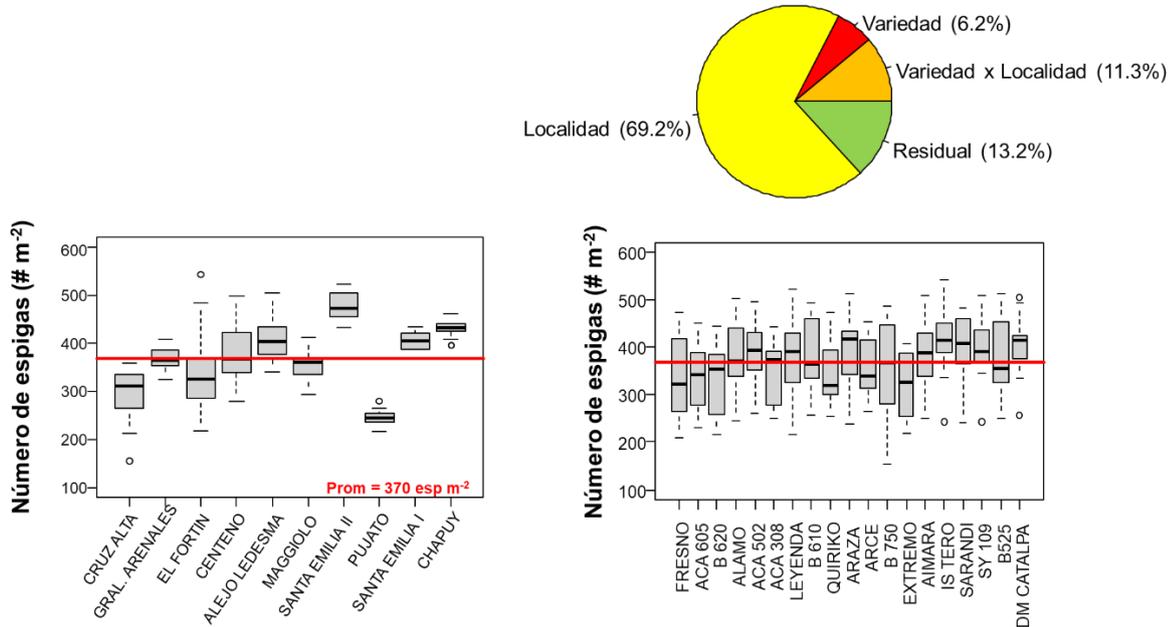


Figura 11: El gráfico de torta muestra la partición de la variación del número de espigas en Variedad, Localidad y su interacción, expresada en porcentaje. El boxplot de la izquierda muestra la variabilidad del número de espigas obtenido en la red de experimentos ordenados de menor a mayor por localidad. La línea roja indica la media de rendimiento de la campaña de 370 espigas m^{-2} . El boxplot de la derecha muestra la variabilidad del número de espigas de cada variedad evaluada en la red de experimentos. La línea roja indica la media de rendimiento.

Tabla 9. Número de espigas de las variedades evaluadas, ordenadas de mayor a menor de acuerdo al conjunto (primera columna). En verde se indican las variedades de mayor número de espigas sin diferencias significativas de acuerdo a la diferencia mínima significativa (DMS) ($p < 0,05$). En amarillo se indican el resto de las variedades. Al final de la tabla se indica el promedio del sitio, el CV (%), la DMS, y la diferencia entre el rendimiento máximo y el mínimo para cada sitio.

Variedad	Ciclo	Conjunto	ALEJO LEDESMA	CENTENO	CHAPUY	CRUZ ALTA	EL FORTIN	GENERAL ARELES	MAGGIOLO	PUJATO	SANTA EMILIA I	SANTA EMILIA II
IS TERO DM	CL	411	389	483	440	336	542	391	406	243	425	452
CATALPA	CL	405	399	423	421	334	343	366	363	257	417	490
SARANDI	CL	397	419	378	461	326	483	402	365	240	427	465
ARAZA	CL	396	434	431	430	319	448	409	344	239	397	513
SY 109	CL	394	470	378	437	346	381	367	401	244	405	509
ACA 502	CL	389	377	497	432	312	353	365	413	261	417	467
AIMARA	CC	389	482	366	429	339	327	351	412	249	426	509
B 610	CL	384	478	371	460	334	292	360	361	257	429	495
B525	CC	382	362	461	453	326	349	351	326	251	421	515
ALAMO	CC	381	503	367	440	307	375	352	339	246	388	494
LEYENDA	CL	378	405	338	436	217	313	391	370	237	422	513
B 750	CL	363	409	279	411	154	280	360	351	243	367	468
ARCE	CC	357	340	357	446	314	321	341	315	266	417	454
ACA 308	CL	354	386	338	432	272	278	368	380	251	392	443
QUIRIKO	CL	347	385	318	419	290	300	325	307	254	395	473
ACA 605	CC	342	373	322	446	264	312	375	294	229	406	452
B 620	CL	333	446	323	410	282	320	368	329	240	385	432
FRESNO	CL	333	365	427	425	244	275	392	381	280	419	474
EXTREMO	CL	320	365	289	408					219		
Promedio		371	410	376	433	295	350	369	359	248	409	479
CV		8.8	6.9	11.9	4.6	8.2	23.1	4.0	4.0	6.8	4.7	4.0
DMS		30	98	159	ns	102	229	41	50	61	ns	72
Dif Max-Min		90	163	218	53	192	267	84	119	61	62	83

Se observó una tendencia general donde aumentos en el rendimiento estuvieron explicados por incrementos en el número de espigas m^{-2} (Fig. 12A). Sin embargo, esta relación varió de acuerdo con la localidad explicando entre un 0 y un 60 % de la variación en rendimiento (Fig. 12B). Las localidades donde el número de espigas explicó una importante proporción de las variaciones en rendimiento fueron aquellas cuyo rendimiento medio fue bajo. Por último, no se observaron diferencias en rendimiento ni en número de espigas m^{-2} entre ciclos largos y cortos (Fig. 13).

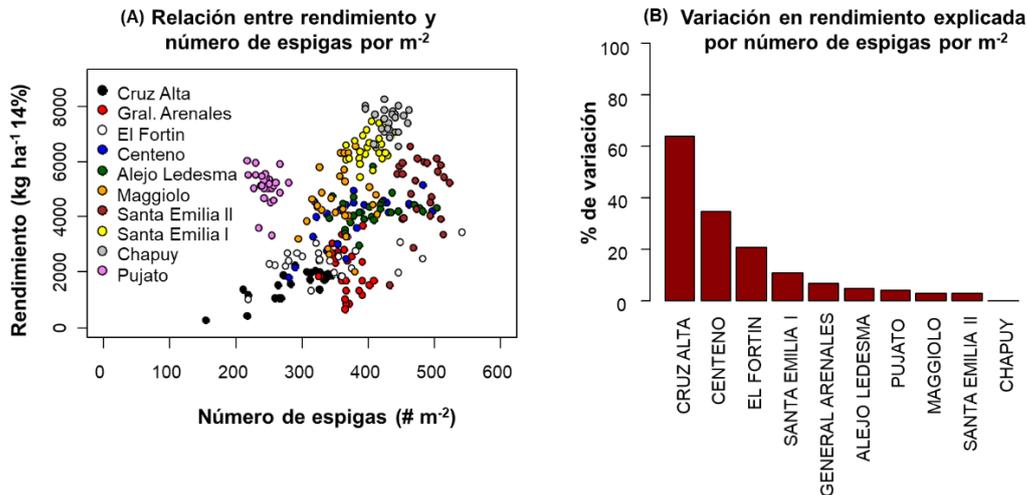


Figura 12: (A) Relación entre el rendimiento y el número de espigas m^{-2} . Cada punto indica una variedad. Cada color indica una localidad. (B) Porcentaje de la variación en el rendimiento explicada por el número de espigas m^{-2} para cada localidad.

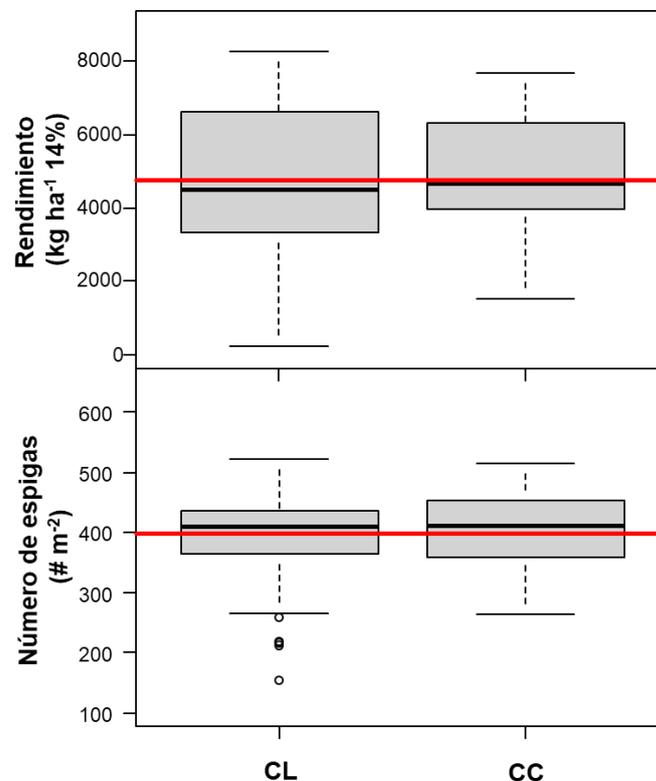


Figura 13: Boxplot de rendimiento y número de espigas m^{-2} para variedades de ciclo largo y ciclo corto en las 10 localidades evaluadas en la red. La línea roja indica el promedio de rendimiento y número de espigas m^{-2} en cada caso.

Proteína

Por último, se determinó el porcentaje de proteína en base 13.5% de humedad de las variedades en los sitios evaluados, excepto en Pujato (Tabla 10). La concentración de proteína varió, en promedio, entre 10 y 17% a través de localidades (Fig. 14). Las variaciones en este atributo estuvieron principalmente asociadas al ambiente (68%). La variedad explicó un 3% y la interacción Variedad x Localidad un 23% de las variaciones en la concentración de proteína (Fig. 14).

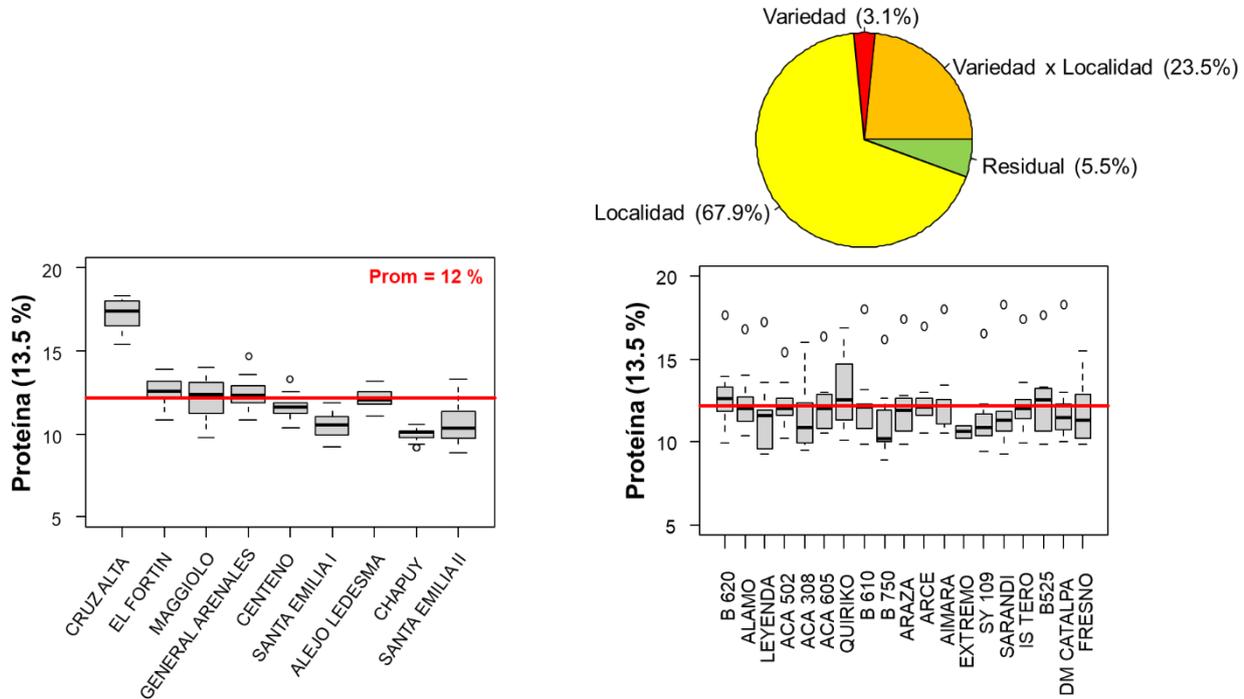


Figura 14: El gráfico de torta muestra la partición de la variación de la concentración de proteína (base 13.5%) en Variedad, Localidad y su interacción, expresada en porcentaje. El boxplot de la izquierda muestra la variabilidad de la concentración de proteína obtenida en la red de experimentos ordenados de menor a mayor rendimiento por localidad. La línea roja indica la media de concentración de proteína de la campaña, que fue de 12 %. El boxplot de la derecha muestra la variabilidad de la concentración de proteína de cada variedad evaluada en la red de experimentos. La línea roja indica la media de la concentración de proteína.

Se observó una relación negativa entre el rendimiento y la concentración de proteína donde se Cruz Alta presentó los menores rendimientos y las concentraciones de proteína más altas de la red, mientras que Chapuy presentó los mayores rendimientos y los menores valores de proteína (Fig. 15). Cuando se analizaron las localidades en forma individual, se observó una relación negativa entre el rendimiento y la proteína para las localidades de Santa Emilia II, Chapuy y El Fortín (Fig. 15). En el resto de las localidades no se observó una relación significativa entre rendimiento y proteína. Sin embargo, cuando se analizaron las variedades en forma individual, se observó que todas presentaron una relación negativa entre rendimiento y proteína, siendo Fresno la variedad con mayor respuesta. Esto significa que es la que más diluyó la concentración de proteína en condiciones favorables para el rendimiento (Fig. 15).

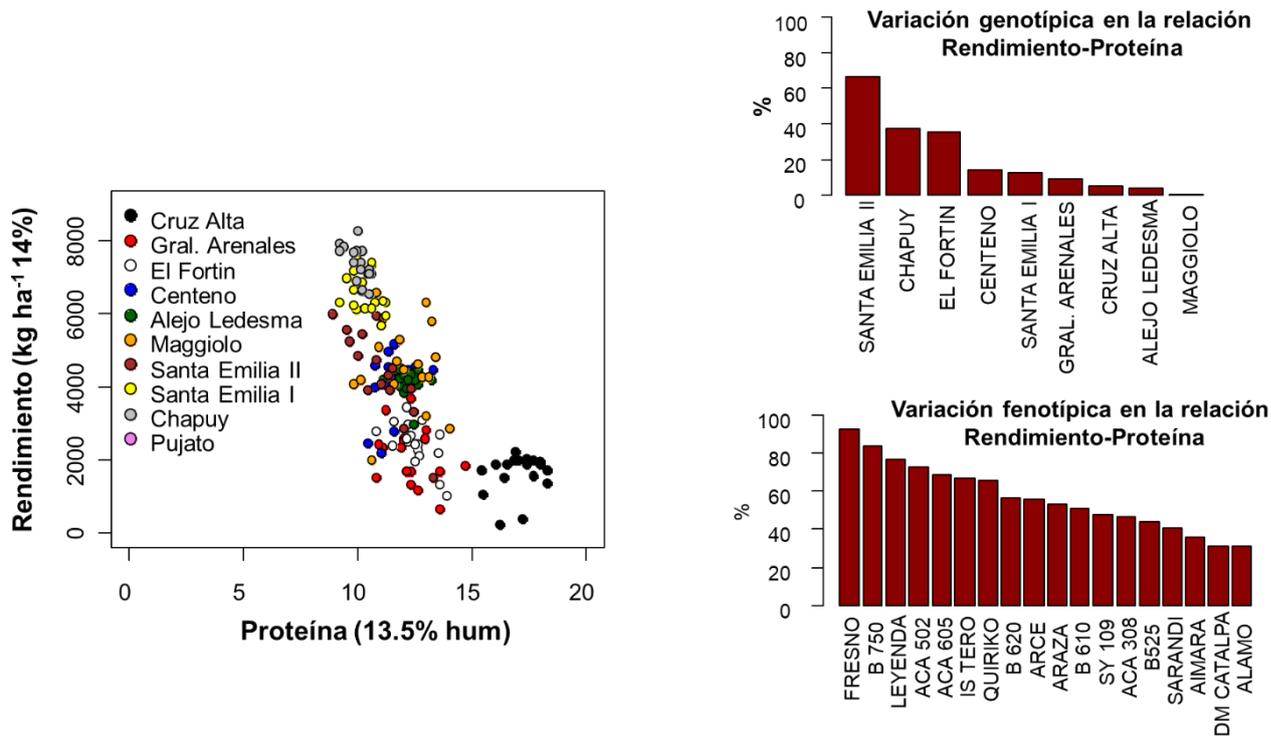


Figura 15: (A) Relación entre el rendimiento y la concentración de proteína. Cada punto indica una variedad. Cada color indica una localidad. (B) Porcentaje de la variación genotípica y fenotípica en la concentración de proteína explicada por cambios en el rendimiento.

Tabla 10: Concentración de proteína (base 13.5%) de las variedades de evaluadas, ordenadas de mayor a menor concentración de acuerdo al promedio conjunto (primera columna). Se indica el nombre de la variedad, el ciclo y el grupo de calidad al cual pertenece la variedad (GC). En verde se indican las variedades de mayor concentración de proteína sin diferencias significativas de acuerdo a la diferencia mínima significativa (DMS) ($p < 0,05$). En amarillo se indican el resto de las variedades. Al final de la tabla se indica el promedio del sitio, el CV (%), la DMS, y la diferencia entre la máxima y la mínima concentración de proteína para cada sitio.

Variedad	Ciclo	GC	Conjunto	Sub-región 1			Sub-región 2		Sub-región 3			
				CENTENO	CRUZ ALTA	EL FORTIN	ALEJO LEDESMA	MAGGIOLO	CHAPUY	GENERAL ARENALES	SANTA EMILIA I	SANTA EMILIA II
QUIRIKO	CL	3	12.7	12.5	16.9	12.1	13.2		10.1	14.7	10.7	11.3
B 620	CL	2	12.7	11.8	17.7	13.9	11.8	12.8	9.9	12.6	10.3	13.3
AIMARA	CC	2	12.5	12.2	18	12.5	12.2	13.4	10.5	11.1	11.2	11.1
ARCE	CC	2	12.5	11.9	17	11.6	12.1	12.6	10.5	13	11.1	12.3
B525	CC	3	12.4	13.3	17.7	12.5	12.6	13.2	9.8	12	10.6	10.2
ALAMO	CC	2	12.4	10.4	16.8	12.7	12.3	14	10.6	12	11.2	11.5
IS TERO	CL	2	12.3	11.6	17.4	12.1	12.5	12	10.2	13.6	9.9	11.4
B 610	CL	2	12.2	12.2	18	12.3	12	13.1	9.8	12.1	9.8	10.8
ACA 605	CC	3	12.2	10.7	16.4	12.6	12	13	10.5	12.9	11	10.8
ACA 502	CL	2	12.2	11.6	15.4	12.2	12.6	11.6	10.4	13.6	10.2	12
ARAZA	CL	2	12.2		17.4	12.8	11.1	11.7	10.1	12.1	9.8	12.4
DM CATALPA	CL	2	12.1	10.7	18.3	11.5	11.8	13	10	12.3	10.6	11
FRESNO	CL	2	11.8	11.9	15.5	13.5		10.8	10.4	12.3	9.8	9.9
SARANDI	CL	2	11.8	11.3	18.3	12.2	11.6	11.8	9.2	10.8	10.6	10
LEYENDA	CL	3	11.6	11.6	17.2	13.6	11.9	9.8	9.2	11.9	9.2	9.6
ACA 308	CL	3	11.5	11.2	16	13.6	12.4	10.6	9.9	10.9	9.5	9.5
SY 109	CL	3	11.5	11.3	16.5	10.8	11.7	10.9	9.4	12.3	9.9	10.4
B 750	CL	2	11.3		16.2	12.6		10.1	10.2	11.2	9.9	8.9
EXTREMO	CL	3	10.6	11					10.2			
Promedio			12.0	11.6	17.0	12.5	12.1	12.0	10.0	12.3	10.3	10.9
CV (%)			4.8	4.5	3.6	3.2	4.8	9.6	3.0	2.7	4.5	1.1
DMS			0.9	1.7	2	1.6	2.1	ns	1.2	1.7	1.7	0.9
Dif Max-Min			2.1	2.9	2.9	3.1	2.1	4.2	1.4	3.9	2.0	4.4

Tabla S1. Rendimiento (kg/ha, 14% de humedad) de las variedades evaluadas, ordenadas de mayor a menor rendimiento de acuerdo al promedio conjunto (primera columna). En verde se indican las variedades de mayor rendimiento sin diferencias significativas de acuerdo a la DMS ($p < 0,05$). En amarillo se indican el resto de las variedades. En rojo se indican las localidades que presentaron un coeficiente de variación mayor al 15%. Al principio de la tabla se indican las fechas de siembra de las variedades de ciclo corto (CC) y de ciclo largo (CL). En marrón se indican las localidades en las cuales la fecha de siembra fue similar para ambos grupos de variedades.

		FS CL	6-jun	6-jun	1-jun	6-jun	12-jun	7-jun	15-jun	30-may	3-jun	1-jun
		FS CC	6-jun	13-jun	23-jun	6-jun	12-jun	23-jun	15-jun	22-jun	15-jun	9-jun
Variedad	Ciclo	Conjunto	Sub-región 1				Sub-región 2		Sub-región 3			
			CENTENO	CRUZ ALTA	EL FORTIN	PUJATO	ALEJO LEDESMA	MAGGIOLO	CHAPUY	GENERAL ARENALES	SANTA EMILIA I	SANTA EMILIA II
FRESNO	CL	4676	4531	1073	2225	5256	3545	6585	7102	3679	6649	6114
DM CATALPA	CL	4614	4603	1755	2413	5150	4464	6319	8274	1691	7405	4066
B525	CC	4593	4457	2006	1975	5378	4481	5819	7689	2503	6149	5472
SY 109	CL	4540	4980	1908	2775	5558	4450	5090	7859	1347	7493	3935
SARANDI	CL	4538	4541	1388	2518	5503	4538	5288	7904	1526	7318	4851
IS TERO	CL	4516	5189	1897	3459	5050	4188	4464	7743	1686	7540	3943
AIMARA	CC	4469	4459	1959	2431	5050	4205	4822	7198	2349	6329	5886
EXTREMO*	CL	4445	2191			5522	3408		6659			
ARCE	CC	4308	4263	1998	3066	4912	3962	4647	7094	2814	6349	3976
ARAZA	CL	4301	4164	2058	3102	5150	4192	4699	7419	1693	7174	3361
QUIRIKO	CL	4219	4568	2241	2583	5050	4185	3864	7214	1873	6305	4304
B 610	CL	4185	3940	1891	2688	4618	4322	4290	7419	1699	6238	4742
ACA 605	CC	4129	4017	1554	2290	5546	3832	3211	6568	2588	5702	5980
ACA 308	CL	4078	4091	1895	2712	5221	2972	2009	6885	2438	6992	5563
B 750	CL	4005	1821	255	2429	5348	3884	4195	6627	3375	6108	6004
ACA 502	CL	3997	4197	1751	3002	5273	4070	4086	7168	674	6856	2891
LEYENDA	CL	3943	2784	410	1354	5120	4016	4072	7716	2378	6321	5258
ALAMO	CC	3941	2496	2004	2143	5394	4354	2854	7080	2604	5952	4528
B 620	CL	3574	4368	1595	1030	3633	4224	4271	7742	1192	6145	1535
Promedio		4267	3982	1647	2455	5144	4068	4477	7335	2117	6613	4578
CV (%)		11.5	6.9	7.5	17.6	19.3	14.4	13.8	2.8	9.3	3.7	4.0
DMS		368	821	490	2105	ns	ns	2295	855	865	891	1263
Dif Max-Min		1102	3368	1986	2429	1925	1566	4576	1706	3005	1838	4579

Referencias

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S. 2013. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.0-5. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>.

R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.