

# Efecto de las Heladas Tardías de la Temporada Agrícola 2012-2013 Sobre el Rendimiento de Trigo en La Araucanía

- ▶ **Emilio Jorquera F.**  
Ingeniero Agrónomo  
INIA - Carillanca  
emilio.jorquera@inia.cl
- ▶ **Javier Zúñiga R.**  
Bioquímico  
INIA - Carillanca  
jzuniga@inia.cl
- ▶ **Claudio Jobet F.**  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.  
INIA - Carillanca  
cjobet@inia.cl





Las condiciones agroecológicas de la Región de La Araucanía son favorables para el cultivo del trigo, sin embargo, la posibilidad de que ocurra un evento climático que influya negativamente sobre el rendimiento del grano está siempre presente. En la temporada agrícola 2012-2013, las estaciones meteorológicas ubicadas en La Araucanía, registraron heladas durante las madrugadas del 22 y 23 de noviembre (Tabla 1). Si bien en algunas localidades las heladas fueron suficientemente intensas y prolongadas para afectar los rendimientos de trigo en forma severa, la magnitud del daño depende también del estado de desarrollo o fenología que tuvo el cultivo al momento del evento (Tabla 2). Los ensayos de variedades comerciales invernales y alternativas, establecidos en INIA Carillanca (Vilcún) en el marco del proyecto INNOVA-CORFO “Plataforma de Información en Calidad de Trigo”, permitieron evaluar el impacto de las heladas tardías de noviembre de 2012 sobre el rendimiento de variedades comerciales de trigo, sembradas en distintas fechas. Se determinó la fenología de las variedades ensayadas para evaluar qué momento del desarrollo fue más susceptible al daño por heladas.

► **Tabla 1.** Temperatura mínima absoluta registrada durante dos heladas consecutivas en la temporada agrícola 2012-2013 en la Región de La Araucanía.

Estación Meteorológica Comuna (Localidad)	Temperatura Mínima Absoluta Registrada (°C) y duración de la helada	
	22 de Noviembre de 2012	23 de Noviembre de 2012
Curacautín	-2.4°C; 4hr 30 min	-1.9°C; 3hr 30min
Vilcún (Carillanca)	-2,6°C; 4hr 45 min	-1.3°C; 2hr
Imperial	-0.7°C; 1hr 15 min	n/h*
Teodoro Schmidt	-0.5°C; 1hr 15 min	n/h
Toltén (Pocoyán)	-1.0°C; 2hr 15 min	n/h

\*n/h: heladas no registradas. Fuente: Héctor Pauchard C. Reporte de heladas en La Araucanía el 22 y 23 de noviembre de 2012. Red Agro-Meteorológica INIA-Carillanca.





► **Tabla 2.** Signos de daño y efecto de temperaturas congelantes en distintos estados fenológicos sobre el rendimiento de trigo\*.

Estado Fenológico	Temperatura (°C)**	Signos de Daño	Efecto en el Rendimiento
Macolla	-11	Clorosis y puntas quemadas de las hojas.	Suave a moderado
Encañado	-4	Muerte del punto de crecimiento, clorosis y hojas con puntas quemadas.	Moderado a severo
Embuchado	-2	Esterilidad, decoloración de las hojas	Moderado a severo
Espigadura	-1	Esterilidad, aristas y/o espigas blanquecinas, decoloración de las hojas.	Severo
Antesis (floración)	-1	Esterilidad, aristas y/o espigas blanquecinas, decoloración de las hojas.	Severo
Grano lechoso	-2	Granos “chupados”, rugosos y descoloridos.	Moderado a severo
Grano pastoso	-2	Granos “chupados” y rugosos. Pobre germinación.	Suave a moderado

\*Adaptado de Klein and Lyon, 2006. \*\* 2 horas de exposición a la temperatura indicada.

### Ensayos de variedades y registros climatológicos del sitio experimental ◀

Los ensayos se establecieron en el Centro Regional Carillanca de INIA (Vilcún), bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los ensayos de variedades comerciales invernales y alternativas fueron sembrados en las fechas indicadas en la Tabla 3. La fertilización consistió en: 200 kg de nitrógeno (parcializado en tres aplicaciones), 207 kg de fósforo, 84 kg de potasio,

21 kg de azufre, 10 kg de magnesio y 70 kg de calcio. Las malezas, plagas y enfermedades se controlaron según los estándares recomendados. En los ensayos se estimaron las fechas de espigadura (Z59), antesis (Z65) y madurez de cosecha (Z89), según la escala Zadock (Zadock *et al.*, 1974). A la cosecha se determinó el rendimiento de grano.



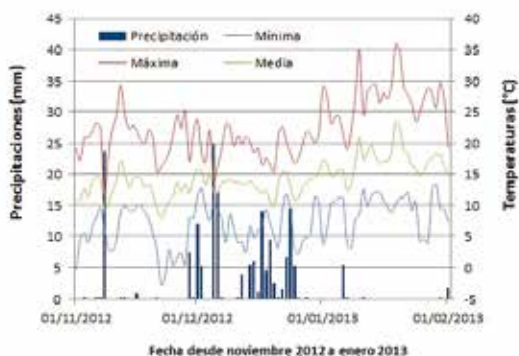
► Espigas con daño por helada. La magnitud de éste varía según el desarrollo en la espiga. (de Klein and Lyon, 2006).

► **Tabla 3.** Variedades y fechas de siembra ensayas durante la temporada agrícola 2012-2013.

Variedades	Fechas de Siembra		
	16 de mayo	25 de junio	6 de agosto
Hábito invernal			
Maxwell-INIA	X	X	
Konde-INIA	X	X	
Kumpa-INIA	X	X	
Swindy-ANASAC	X	X	
Hábito alternativo			
Bakan-BAER	X	X	X
Dollinco-INIA	X	X	X
Fritz-BAER	X	X	X
Otto-BAER	X	X	X
Rupanco-INIA	X	X	X

Los registros climatológicos de la temporada (temperaturas y precipitaciones) (Figura 1) y el registro de las heladas del 22 y 23 de noviembre (Figura 2), se obtuvieron desde una estación meteorológica (Campbell CR10X, UK) ubicada en INIA-Carillanca

► **Figura 1.** Precipitaciones y temperaturas registradas en el Centro Regional de Investigación INIA-Carillanca desde el 1 de noviembre de 2012 hasta 1 de febrero de 2013.



► **Figura 2.** Registro de temperatura y duración de las heladas ocurridas el 22 y 23 de noviembre de 2012, en el Centro Regional de Investigación INIA-Carillanca.



### Fenología de las variedades según fecha de siembra ◀

Las Tablas 4 y 5 muestran la duración en días entre los estados fenológicos evaluados y el total de días para el ciclo completo del cultivo, por variedad y fecha de siembra, según hábito de crecimiento. De acuerdo a lo observado, la duración del periodo siembra-espigadura en variedades invernales varió de manera notoria entre la primera y segunda fecha de siembra, registrándose una diferencia promedio de 34 días para el conjunto de las variedades (Tabla 4). La duración promedio de los periodos espigadura-antesis (E-A) y antesis-madurez de cosecha (A-M) entre la primera y segunda fecha de siembra varió de 1 a 3 días para el periodo E-A y de 2 a 7 días para el periodo A-M, respectivamente.

En variedades de hábito alternativo (Tabla 5), se observó una sostenida reducción en el periodo S-E en la medida que la fecha de siembra se atrasó, alcanzando una diferencia de 59 días entre la primera y última fecha de

siembra, como promedio de las variedades. Las variedades también mostraron una tendencia hacia una mayor duración de los periodos E-A y A-M con siembras más tempranas.

Pese a las diferencias encontradas, las variedades invernales tendieron a espigar, florecer y madurar en fechas similares, con diferencias que estuvieron en el rango de 3 a 7 días, 5 a 11 días y 0 y 4 días, para cada periodo respectivamente (Tabla 4).

En las variedades de hábito alternativo la variación en días, para las fechas de espigadura, antesis y madurez según fecha de siembra y variedad, estuvo en rangos similares a los encontrados en las variedades de hábito invernal para primera y segunda fechas de siembra (Tabla 5). Sin embargo, en la fecha más tardía se observó un notable retraso en el desarrollo fenológico del cultivo (Tabla 5). Así, entre la primera y última fecha de siembra, los días de diferencia para las fechas de espigadura, antesis y madurez, según la variedad, estuvieron en el rango de 19

► **Tabla 4.** Fechas estimadas de espigadura, antesis y madurez del grano de variedades comerciales de hábito invernal, en tres fechas de siembra.

Variedad	Fechas de:				Duración entre Estados Fenológicos (Días)			
	Siembra (S)	Espigadura (E)	Antesis (A)	Madurez (M)	S-E	E-A	A-M	Total Ciclo
Konde-INIA	16/5/12	12/11/12	20/11/12	10/1/13	181	7	51	239
	25/6/12	18/11/12	28/11/12	15/1/13	146	10	48	204
Kumpa-INIA	16/5/12	29/11/12	07/12/12	26/1/13	197	10	45	215
	25/6/12	01/12/12	12/12/12	26/1/13	160	8	50	255
Maxwell-INIA	16/5/12	17/11/12	24/11/12	16/1/13	185	7	52	245
	25/6/12	27/11/12	05/12/12	19/1/13	155	8	45	208
Swindy-ANASAC	16/5/12	14/11/12	21/11/12	12/1/13	182	7	52	241
	25/6/12	20/11/12	28/11/12	16/1/13	148	8	49	205

► **Tabla 5.** Fechas estimadas de espigadura, antesis y madurez del grano de variedades comerciales de hábito primaveral, en tres fechas de siembra.

Variedad	Fechas de:				Duración entre Estados Fenológicos (Días)			
	Siembra (S)	Espigadura (E)	Antesis (A)	Madurez (M)	S-E	E-A	A-M	Total Ciclo
Bakan-BAER	16/5/12	21/11/12	27/11/12	15/01/13	189	6	49	244
	25/6/12	24/11/12	01/12/12	19/01/13	153	6	49	208
	06/8/12	12/12/12	19/12/12	28/01/13	129	6	40	175
Dollinco-INIA	16/5/12	23/11/12	29/11/12	21/01/13	192	5	53	250
	25/6/12	27/11/12	05/12/12	22/01/13	155	8	48	211
	06/8/12	12/12/12	19/12/12	31/01/13	129	6	43	178
Fritz-BAER	16/5/12	09/11/12	17/11/12	11/01/13	177	8	55	240
	25/6/12	14/11/12	23/11/12	14/01/13	142	9	52	203
	06/8/12	07/12/12	14/12/12	24/01/13	123	7	41	171
Otto-BAER	16/5/12	15/11/12	22/11/12	12/01/13	183	7	51	241
	25/6/12	17/11/12	29/11/12	15/01/13	145	12	47	204
	06/8/12	07/12/12	14/12/12	23/01/13	124	6	40	170
Rupanco-INIA	16/5/12	17/11/12	27/11/12	20/01/13	185	10	54	249
	25/6/12	25/11/12	03/12/12	20/01/13	153	8	48	209
	06/8/12	09/12/12	15/12/12	21/01/13	125	6	37	168

y 23 días, 18 y 26 días y 1 y 10 días, respectivamente (Tabla 5). Considerando que el estado de desarrollo del trigo y de las plantas en general, está estrechamente relacionado con la acumulación de temperatura (grados-día acumulados), es posible decir que el retraso observado en la fenología de las variedades primaverales sembradas en agosto se debe a la influencia de este factor.

### Rendimiento de las variedades ◀

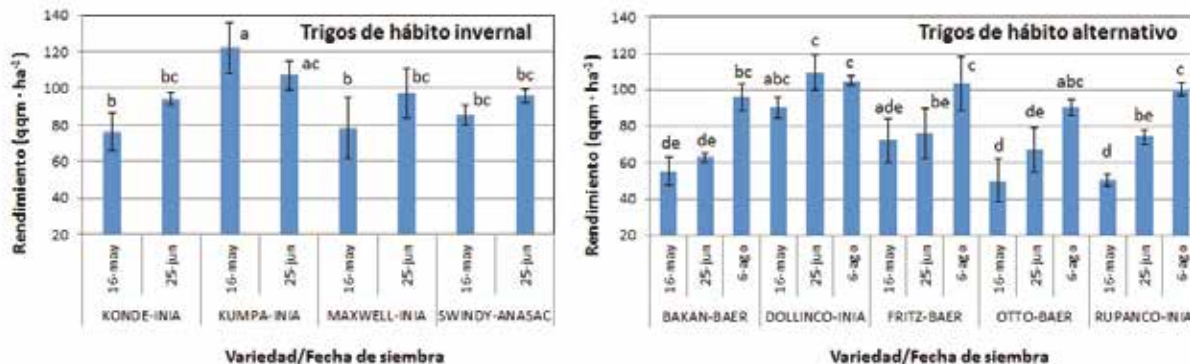
Las heladas presentadas el 22 y 23 de noviembre de 2012 afectaron el rendimiento de las variedades ensayadas de manera diferencial. El efecto se relacionó con el desarrollo que presentaron las plantas durante el evento climático. No obstante, al comparar los rendimientos promedios de la 1a y 2a fecha de siembra por hábito de crecimiento, se observó que estas variedades rindieron 33% más que las alternativas (95 v/s 71 qqm•ha-1), lo que puede ser atribuido al mayor potencial de rendimiento que presentan estas variedades. Pese a esto, los niveles de rendimiento alcanzados por las variedades alternativas sembradas en agosto, igualaron a los de las variedades invernales, con rendimientos que estuvieron entre 90 y 105 qqm•ha-1.

Los rendimientos de variedades Maxwell-INIA, Konde-INIA y Swindy-ANASAC en la primera fecha de siembra, fueron 20%, 19% y 11% menores que en la segunda fecha de siembra (Figura 3A). Al momento de las heladas, dichas variedades sembradas en la 1a fecha se encontraron entre antesis y los primeros días de crecimiento del grano (Tabla 4), mientras que en la segunda fecha de siembra, entre espigadura y antesis (Tabla 5). Esto sugiere que entre los estados de espigadura y antesis, la susceptibilidad al daño por heladas fue menor que en estados fenológicos inmediatamente posteriores a la antesis. Es probable que esta respuesta se deba a que los floretes en las espiguillas estuvieron físicamente más protegidos. A diferencia de las variedades mencionadas, Kumpa-INIA no presentaba espigas completamente emergidas en ninguna de las fechas de siembra al momento de la helada (Tabla 4), lo que resultó en rendimientos altos para ambas fechas de siembra. En Kumpa-INIA, el rendimiento de la 1a fecha de siembra fue 14% mayor que el de la 2a fecha (Figura 3A), lo que confirma el efecto positivo de las siembras más tempranas sobre el rendimiento en esta variedad.

El rendimiento de las variedades de hábito alternativo según fecha de siembra, se presenta en la Figura



- **Figura 3.** Rendimiento de las variedades de hábito invernal (A) y alternativo (B) establecidas en dos y tres fechas de siembra, respectivamente. El gráfico presenta los rendimientos promedio de cada variedad (n=4), las desviaciones estándar y la diferencias estadísticamente significativas según Test de Tukey (p<0.05).



3B. Al comparar las dos primeras fechas de siembra respecto a la 3a, se observó que los rendimientos cayeron cuanto más temprano se sembró. La fase de antesis se presentó al menos 22 días después de la helada más intensa en las variedades sembradas en agosto, por lo que el rendimiento no fue muy distinto a lo observado en un año normal en el sitio experimental. De la misma forma que las variedades invernales, una mayor susceptibilidad al daño por heladas se observó posterior a la antesis. Los rangos entre los cuales los rendimientos de las variedades disminuyeron con respecto a la 3ª fecha de siembra, fueron de 30% y 50% y de 25% y 34%, para la 1a y 2a fecha de siembra, respectivamente. En el caso de Dollinco-INIA, el mayor rendimiento fue obtenido en la fecha de siembra intermedia, superando en 21% y 4% el rendimiento de la primera y última fecha de siembra, respectivamente, siendo esta última diferencia no estadísticamente significativa (Figura 3B).

## Conclusión ◀

Los resultados muestran el efecto de las últimas heladas primaverales sobre el rendimiento de trigo harinero en La Araucanía, y cómo éstas afectaron diferencialmente a las variedades según el estado de desarrollo que presentaban. Los resultados mostraron que 40 días de diferencia entre la 1ra y 2da fecha de siembra no se tradujeron en grandes diferencias en las fechas de espigadura y antesis, sin embargo, estas pequeñas diferencias resultaron en rendimientos significativamente mayores en algunos casos. Los mayores rendimientos obtenidos en las variedades alternativas sembradas en agosto deben ser mirados con cautela, ya que las condiciones climáticas durante el llenado de grano durante la temporada 2012-2013,

fueron especialmente favorables en términos de precipitación y temperatura.

Como corolario, se destaca que la fecha de siembra sumada con el ciclo de la variedad sembrada, son factores que determinarán la posibilidad de ‘escapar’ de estreses abióticos que afecten significativamente el rendimiento de grano. Es posible plantear al productor triguero la ventaja de sembrar al menos dos variedades que difieran en su ciclo de crecimiento y desarrollo para incrementar las posibilidades de escapar ya sea de heladas tardías o de sequías tempranas durante los periodos más críticos del cultivo.

## Bibliografía

- Klein, R. N., and D. J. Lyon. 2006. *Freeze injury to Nebraska wheat* (EC-132). Extension University of Nebraska, Lincoln. <http://www.ianpubs.unl.edu/epublic/pages/index.jsp?what=publicationD&publicationId=634>. Revisado en Agosto de 2013.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang, and C.F. Zozak. 1974. *A decimal code for the growth stages of cereals*. Weed Res. 14:415-421.

Agradecimientos a Cristián Ortiz, Nivaldo Cuevas y Pedro Arias, por su colaboración y mantenimiento de la red de ensayos del proyecto INNOVA-CORFO: “Plataforma de Información en Calidad de Trigo”.

