EFECTO DE LA MODIFICACION DEL COCIENTE FOTO-TERMAL EN EL PERIODO CRÍTICO A CAUSA DE LA EPOCA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRIGO EN LA REGION SEMIARIDA PAMPEANA.

Autores:

Gonzalo Damián Rondín
Sebastián Adrián Zugasty

Director:

Miguel Angel Fernández

EFECTO DE LA MODIFICACION DEL COCIENTE FOTO-TERMAL EN EL PERIODO CRÍTICO A CAUSA DE LA EPOCA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE TRIGO EN LA REGION SEMIARIDA PAMPEANA.

Resumen:

En este trabajo se evaluó el efecto del cociente foto-termal (CFT) sobre el rendimiento del cultivo y el número de granos por m^2 a través de la modificación de las fechas de siembra, en quince genotipos de trigo (*Triticum aestivum L.).* Se establecieron tres fechas de siembra con intervalos de treinta días, desde el 24 de Mayo al 31 de Julio del 2007. Se analizó la variación del cociente foto-termal con el cambio de la época de siembra y la humedad del suelo y se verificó la capacidad de predicción del mismo sobre el rendimiento en grano. Para los cálculos del cociente foto-termal se utilizó la metodología propuesta por Fischer (1985). El cociente foto-termal mostró escaso valor predictivo en la región semiárida pampeana tanto para el rendimiento en grano como para el número de granos por metro cuadrado. Los coeficientes de regresión entre el CFT y el rendimiento en grano fueron mayores para riego (R^2 = 0,321) que para secano (R^2 = 0,095). Lo mismo ocurrió en el número de granos por m^2, donde para riego el coeficiente de regresión fue de R^2 = 0,404 y para secano R^2 = 0,007, siendo estas demasiado bajas.

Introducción:

En la región semiárida pampeana central, el trigo pan es el cultivo invernal de mayor importancia, sin embargo, los rendimientos presentan gran variabilidad (de 1056kg/ha a 2594 kg/ha, en la década 1999/2009; SAGPyA, 2009).

Existe un período crítico en la definición del rendimiento que comprende desde los 20 días previos a la antesis hasta los 10 días posteriores a la misma (Fischer, 1985). La radiación fotosintéticamente activa interceptada afecta al número de granos por m2 a través de una relación lineal positiva con la tasa de crecimiento del cultivo (para un nivel determinado de partición entre el tallo y la espiga en pre-floración gobernado, principalmente, por el genotipo), mientras que, la temperatura media diaria lo hace negativamente, acelerando el desarrollo. Ha sido posible mostrar que el número de granos por m2 depende de la relación de estos factores durante el período crítico definido alrededor de antesis. Fischer (1985) definió a partir de estas ideas, el cociente fototermal (CFT), representado por la ecuación CFT = R / (T-Tb); donde, R es la radiación solar media diaria (MJ m-2 d-1) para el intervalo definido como crítico; y T es la temperatura media diaria y Tb es una temperatura base para el desarrollo de 4,5 ºC. Fischer (1985) obtuvo una ecuación en la cual el número de granos fue igual a 10.000 multiplicado por el CFT.

El CFT se puede calcular también como lo propone Dhillon y Ortiz-Monasterio (1993) quienes reducen el mismo cuando la temperatura se encuentra entre 4,5 ºC y 10 ºC y cae linealmente a cero cuando la temperatura media es menor a 4,5 ºC. También estos autores estudiaron el efecto del CFT modificando el período crítico a 30 días previos a la antesis. En estimaciones realizadas en Balcarce (Arg.) por Abbate et al. (1990) calcularon que el CFT promedio fue mayor en el mes de noviembre que en el de Octubre. En un trabajo reciente de modelización, Nalley et al. (2009) reportaron que por cada MJ m^{-2} d^{-1} que aumentó la radiación se incrementó el 1,25% el número de granos por m^2, mientras que un grado de aumento de la temperatura media el número de granos por m^2, disminuyó el 2,8%.

El CFT podría ser válido en condiciones libres de estrés y con un índice de área foliar que intercepte completamente la radiación solar (Magrin et al, 1993; Acevedo et al, 2002). Por otro lado, Calviño y Sadras (2002) observaron que el CFT no estuvo relacionado al rendimiento de grano durante el período crítico de fijación del número de granos excepto cuando el déficit hídrico en ese momento fue menor a 10 mm. La respuesta a buenas condiciones hídricas puede estar condicionada por el CFT (Villar y Astegiano, 2004).

La variación de la época de siembra en trigo determina cambios sustanciales en el ambiente que explorará el cultivo lo cual modifica la duración de los eventos fenológicos y la capacidad de captura de radiación, determinando la producción de biomasa y consecuentemente el rendimiento de grano (Otegui y López Pereira, 2003). Esta modificación del desarrollo del cultivo, se expresa en el número de granos potenciales por unidad de superficie para su posterior cuaje y llenado (Dennet, 1999).

Hipótesis:

- La época de siembra modificará el CFT, e indirectamente el número de granos por m^2 y el rendimiento del grano.

Objetivo:

- Se analizará la variación del CFT con el cambio de la época de siembra y la humedad del suelo.
- Se verificará la capacidad de predicción del CFT sobre el rendimiento en grano.

Materiales y Métodos:

El ensayo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, de la UNLPam (36º46'LS; 64º16'LW), en parcelas de siete surcos a 0,20 m, de 10 m de longitud, con y sin riego complementario, para tres épocas de siembra: temprana (24 de mayo), intermedia (27 de junio) y tardía (31 de julio) durante el año 2007.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho repeticiones (cuatro en secano y cuatro con riego). El riego se realizó por goteo con cintas perforadas cuando el contenido de agua del suelo descendió hasta el 50 % de la capacidad de campo. Dentro de cada fecha de siembra se utilizaron 5 variedades comerciales de trigo pan, adecuadas para cada época de modo que la floración ocurra después del período de heladas. Las variedades utilizadas fueron; primera época: Buck arriero, Klein pegaso, Buck guapo, Baguette 10, Buck charrúa; segunda época: Buck sureño, ACA 303, Klein gavilán, ACA 601, BioINTA 2001; tercera época: Baguette 13, Buck guaraní, ACA 801,Onix, BioINTA 1001.

La densidad a utilizar será de 200, 250 y 300 semillas viables por metro cuadrado para la primera, segunda y tercera época, respectivamente.

El suelo del lugar de los ensayos se clasifica como un haplustol éntico, familia franco grueso mixta, térmica, con escasa pendiente superficial y un manto de tosca en el subsuelo, a una profundidad que varió entre 1,0 y 1,4 m. El análisis químico y mineralógico del suelo en el lugar del ensayo mostró los siguientes resultados: materia orgánica: 1,87%; NO3-: 82,4 ppm; P-Bray1: 21,7 ppm. Los porcentajes de arena, limo y arcilla fueron de: 66,5; 20,7 y 12,8, respectivamente. Para la determinación del estado fonológico se uso la clase decimal de Zadocks et al. (1974).

Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron (en mm): marzo: 203,6; abril: 16,3; mayo: 0,6; junio: 5,7; julio: 2,4; agosto: 12,5; septiembre: 108,1; octubre: 57,8; noviembre: 66,9 y diciembre: 23,0. Cabe acotar, que la humedad sub-superficial al momento de la siembra fue buena para las tres épocas a causa de las buenas lluvias otoñales. La tercera época en secano fue regada (a la siembra) con 15 mm debido a la evaporación de humedad en la cama de siembra.

Se evaluó el rendimiento y sus componentes (espigas por metro cuadrado, numero de granos por metro cuadrado, peso de mil granos) y el CFT será estimado para el período comprendido entre los 20 días previos y 10 días posteriores a la antesis por dos métodos: uno de acuerdo a Fischer (1985) quien propuso que:

$$CFT = Ro/(T - Tb)$$

Y otro de acuerdo al método propuesto por Dhillon y Ortiz-Monasterio (1993):

Si la T > 10 ºC →	CFT = Ro/ T
Si la T ≤ 4,5 ºC →	CFT = 0
Si 4,5 º C < T ≤ 10 ºC →	CFT = Ro * 1/5,5 * ((T – Tb)/5,5)

Donde: Ro, es la radiación global incidente en el dosel del cultivo (en MJ m^{-2} $día^{-1}$).
T, es la temperatura media diaria (Tmax +Tmin)/2 (en º C).
Tb, es una temperatura base de 4,5 ºC.

El análisis estadístico se realizó por medio de un ANAVA para determinar la significación de los tratamientos y el porcentaje de variabilidad que aportan la suma de

cuadrados de cada uno de ellos. Además, se estudió la asociación entre el CFT y el rendimiento con sus componentes por medio de regresiones lineales simples (Steel y Torrie, 1989).

Discusión y resultados:

La variación de las temperaturas fue escasa entre las diferentes épocas de siembra, teniendo poca influencia en los CFT, no sucedió lo mismo para la radiación, la cual fue el factor principal en las modificaciones del CFT. Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo fueron mayores a la media zonal. La escasez de días con temperaturas debajo de 4.5 ºC permitió lograr una buena similitud entre los dos métodos para determinar el CFT, además de registrarse pocos días con ocurrencia de heladas (Tabla 1).

Tabla 1: Datos climáticos correspondientes al observatorio de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

-	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Media mensual (ºC)	8,9	7,2	5,9	7,0	13,2	15,5	17,6	22,0
Mínima absoluta (ºC)	-9,7	-6,5	-11,3	-5,6	-1,0	2,0	-0,5	6,3
Precipitación media histórica (1921-2000) (mm)	28,4	20,2	18,7	21,0	37,6	72,7	77,1	78,9
Lluvia (mm)	0,6	5,7	2,4	12,5	108,3	57,6	66,9	23,0
Lluvia acumulada en el año (mm)	350,2	355,9	358,3	370,8	479,1	536,7	603,6	626,6

La humedad inicial en las diferentes épocas de siembra, tanto en riego como en secano, fueron aceptables respecto a los requerimientos de los primeros periodos del cultivo. Dentro de los sistemas riego y secano no hubieron diferencias en el consumo de agua para las tres fechas de siembra, notándose un mayor consumo en los que hubo riego. Los mismos fueron realizados en dos oportunidades, cuando el nivel de humedad fue inferior a la mitad de la capacidad de campo. El caso mas relevante se dio para la segunda época de siembra, donde el consumo fue menor tanto para riego como secano (Tabla 2).

Tabla 2: Lluvias y consumo de agua registrados durante el ciclo de los cultivos

Época	Sistema de cultivo	Humedad inicial	Lluvias en el período	Riegos	Humedad final	Consumo de agua útil
Primera (22-jun)	Riego	149,6	263,6	80	30,3	463.2
	Secano	93,9	263,6	0	15,3	342,2
Segunda (31-jul)	Riego	145,4	261,2	90	49,7	446.9
	Secano	60,9	261,2	0	20,5	301,6
Tercera (27-ago)	Riego	176,3	248,7	90	52,6	462.4
	Secano	122,0	248,7	0	16,1	354,6

La ocurrencia del estado Z65 (Tabla 3) de la escala de Zadoks et al. (1974) fue similar tanto para los distintos cultivares como para las distintas épocas de siembra. Se

logró entonces que la fecha de antesis fuera posterior al momento probable de última helada (20 de octubre), determinado para la zona donde se ubicó el ensayo por Casagrande et al. (2006).

Tabla 3. Fecha de ocurrencia del estado fenológico Z65 (antesis) Zadoks et al. (1974) y CFT

Época	Variedad	Z65	CFT 1	CFT 2
Primera	Buck charrúa	2-nov	1.76	1.25
	Klein pegaso	29-oct	1.57	1.11
	Buck guapo	30-oct	1.65	1.16
	Baguette 10	1-nov	1.73	1.22
	Buck arriero	30-oct	1.65	1.16
Segunda	Buck sureño	6-nov	2.01	1.39
	ACA 303	4-nov	1.94	1.34
	Klein gavilán	4-nov	1.94	1.34
	BioINTA 2001	5-nov	2.02	1.39
	ACA 601	4-nov	1.94	1.34
Tercera	Baguette 13	8-nov	2.03	1.41
	BioINTA 1001	6-nov	2.01	1.39
	ACA 801	7-nov	2.01	1.39
	Onix	8-nov	2.03	1.41
	Buck guaraní	6-nov	2.01	1.39

CFT 1: Fischer (1985); CFT 2: Dhillon-Ortiz Monasterio (1993).

En la Tabla 3 se observa como son modificados los CFT por los tratamientos utilizados. Los dos métodos para determinar el CFT tuvieron entre sí una gran asociación (R^2 = 0.998, Figura 1). Si bien los valores del CFT con el método de Fischer (1985) son mayores que con el método de Dhillon y Ortiz-Monasterio (1993) en el rango de temperaturas registradas durante este año los métodos arrojaron valores similares, las diferencias podrían destacarse en años más fríos, es decir, que para este caso se puede utilizar indistintamente cualquiera de los dos. Aquí se utilizó el método de Fischer que es de cálculo más sencillo para graficar la predicción de los rendimientos a partir del CFT (Figura 1).

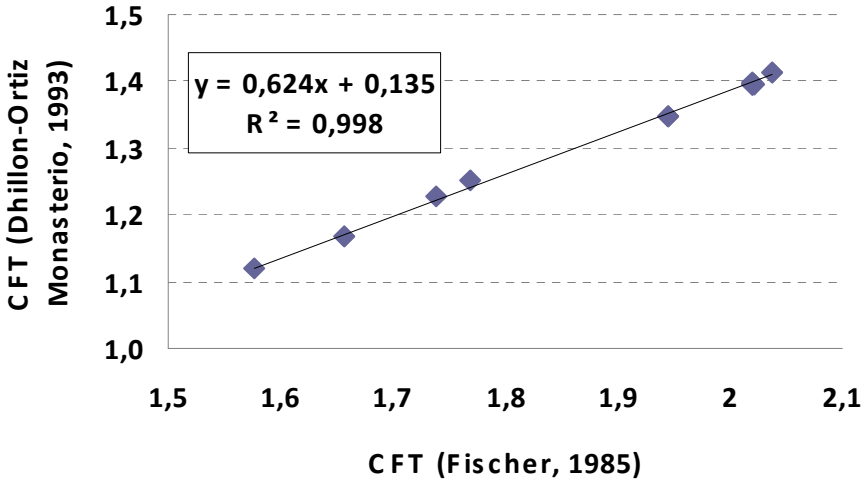

Figura 1. Asociación entre los CFT de Dhillon-Ortiz Monasterio (1993) y Fischer (1985).

No hubo asociación entre el CFT y el rendimiento para los datos obtenidos tanto en secano como en riego, siendo para el primero una correlación de 0.095, y 0.321 respectivamente (Figura 2). Resultados semejantes fueron obtenidos por Bindraban et al (1998) con coeficientes de correlación que no excedieron 0,2. La explicación de la ecuación de la recta con riego suplementario fue significativa aunque con una gran dispersión de los datos, lo que le otorga escaso valor predictivo.

Los valores del cuadrado medio de los experimentos fueron semejantes de acuerdo al criterio de Box. El cociente entre el cuadrado medio del error mayor y el cuadrado medio del error menor fue 1.61 (rinde) veces superior, por lo que se pudo realizar el análisis de los ensayos en conjunto.

Las variedades no coinciden entre épocas y por ello no se pudo realizar el factorial época x densidad x genotipo. En este ensayo la prioridad fue elegir variedades adaptadas a la época (fotoperíodo y vernalización) y no mantener los mismos genotipos a través de las épocas debido a que la floración se desplazaría y ocurriría en momentos distintos.

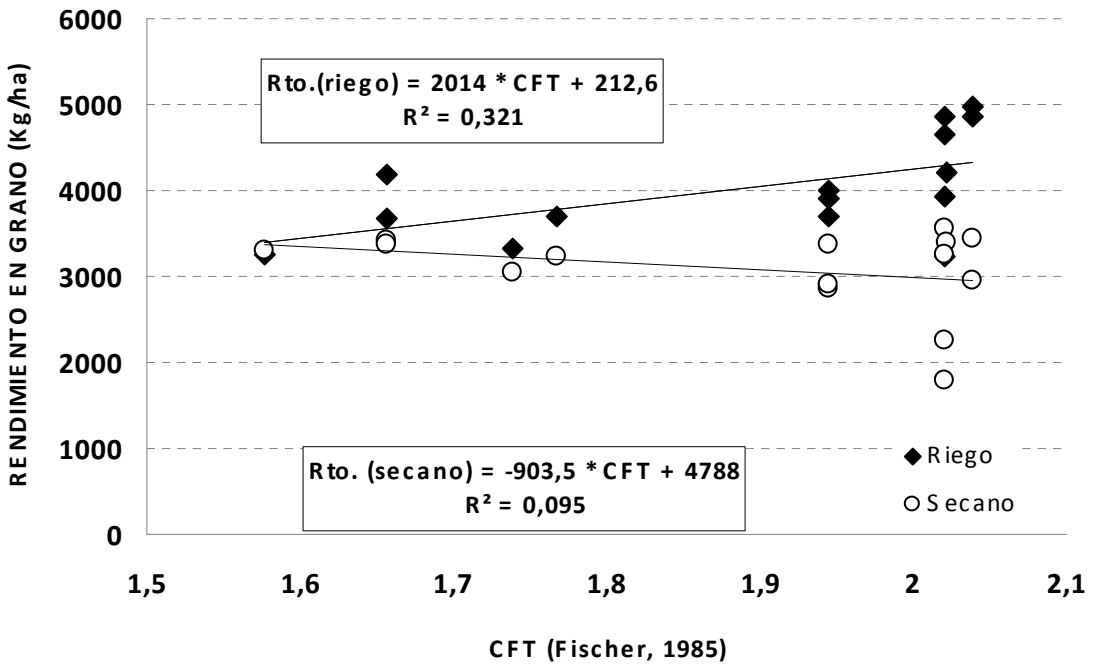

Figura 2: Asociación entre el CFT (Fischer, 1985) y el rendimiento en grano (Kg./ha).

No se encontró un orden decreciente en el rendimiento a medida que se atrasó la fecha de siembra. El mayor coeficiente de variación de los rendimientos entre los genotipos dentro de cada época, se dio en la última época de siembra. Mientras el menor coeficiente de variación fue el de la segunda. El mayor rendimiento se logró con la variedad DM Onix en condiciones de riego (Tabla 4). El efecto genético fue más notable en la última época en la cual la variedad que menos rindió (Buck Guaraní) en secano obtuvo el 52,3% de la que más rindió (Don Mario Onix) y con riego 64,7% para los mismos cultivares (Tabla 2). En la segunda época la variedad de menor rendimiento (ACA 303) tuvo un 76,5% del mayor rendimiento (Buck Sureño) bajo riego. En secano la variedad que menos rindió (ACA 601) obtuvo un 80,3 % de la que mas rindió (Buck

Sureño). En la primera época en riego fue 77,7% y en secano fue de 89,1% para las variedades Baguette 10 y Buck Guapo, en secano; y para Klein Pegaso y Buck Guapo en riego, respectivamente. Si tenemos en cuenta sólo los ensayos de secano la diferencia de rendimiento entre las variedades de cada época, no fue significativa a excepción de la tercera época en la cual la diferencia entre las variedades fue más destacada.

Hubo una tendencia general a que aquellos genotipos que tuvieron una buena performance con riego complementario también la tuvieron en secano. Prueba de ello fue, que no se encontró interacción significativa entre los factores del rendimiento de grano.

En pocos casos las variedades se acercaron a las 500 espigas por m^2, indicadas como piso para lograr buenos rendimientos (Coventry et al., 1993) y por debajo de lo observado en zonas de mayor potencial que mencionan 600 espigas m^2 (Goos et al., 1999). En la primera época el nivel de humedad no fue importante para la determinación del número de espigas por m^2, en la segunda no hubo interacción pero sí un efecto del genotipo y el agua disponible.

El peso de los granos mostró una interacción significativa en la primera época. Existieron algunos genotipos (K. pegaso, BioINTA 2001 y ACA 801) que no fueron afectados por una menor disponibilidad de agua.

En lo que respecta a la biomasa se pudieron observar diferencias significativas dentro de los cultivares en riego y secano, siendo en todos los casos el valor de la misma mayor en riego, a su vez esta diferencia se fue ampliando en la medida que nos atrasamos en las fechas de siembra. En secano el incremento de biomasa fue inversamente proporcional al atraso en de la fecha de siembra, para riego sin embargo fue más uniforme.

La correlación entre el número de granos por metro cuadrado y el CFT fue muy baja. Si bien en riego (R^2=0.404) fue mayor que en secano (R^2 =0.007) el CFT tiene poco valor predictivo con respecto a esta variable (Figura 3).

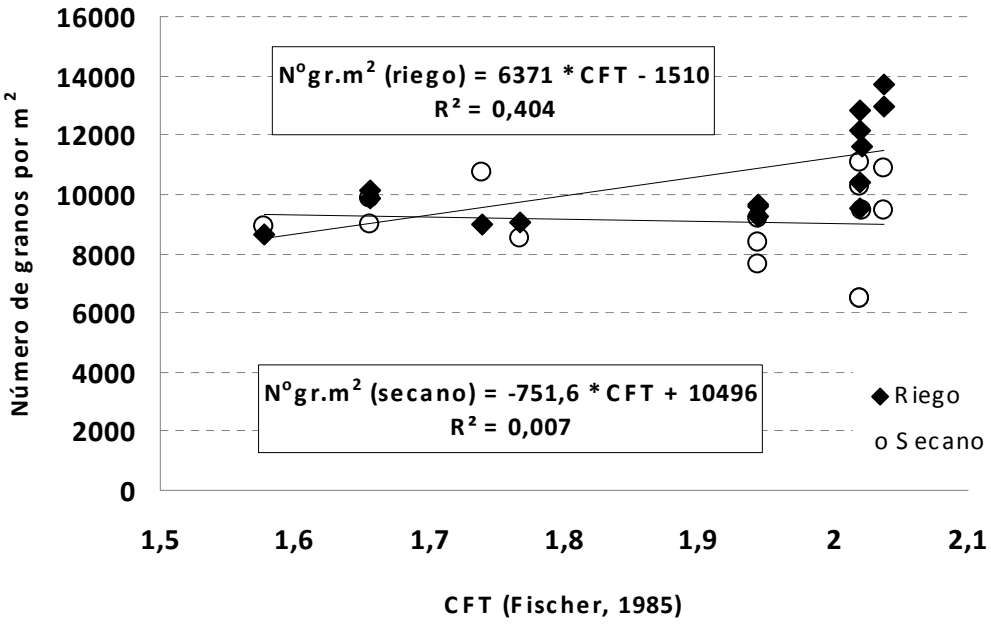

Figura 3. Relación entre el CFT y el número de granos por m2.

Tabla 4. Efecto de la época, el genotipo y la disponibilidad de humedad sobre el rendimiento de grano de trigo sus componentes.

Época	Nivel de humedad	Variedad	Rinde (kg ha^{-1})		Espigas por m^2		Biomasa		Nº de granos por m^2		PMG	
Primera	Riego	Buck guapo	4183	b	445	ns	12709	ns	10109	ns	41	c
		Buck charrúa	3700	ab	412	ns	12779	ns	8976	ns	41	c
		Buck arriero	3667	ab	434	ns	11759	ns	9867	ns	37	c
		Baguette 10	3324	ab	409	ns	11379	ns	8938	ns	37	c
		Klein pegaso	3250	ab	377	ns	11519	ns	8655	ns	38	c
	Secano	Buck guapo	3408	ab	425	ns	11139	ns	8890	ns	38	c
		Buck charrúa	3233	ab	413	ns	10639	ns	8432	ns	38	c
		Buck arriero	3383	ab	423	ns	10709	ns	9839	ns	34	b
		Baguette 10	3036	a	377	ns	10676	ns	10708	ns	28	a
		Klein pegaso	3300	ab	429	ns	10239	ns	8902	ns	37	c
	CV (%)		13,15		11,18		13,64		13,52		2,18	
	DMS		1104		113		3772		3072		-	
	Interacción	Var. X Agua	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		P≤0,0001	
Segunda	Riego	Buck sureño	4849	c	429	bcd	13319	c	12121	d	40	bcd
		BioINTA 2001	4203	bc	487	cd	12599	bc	11619	cd	36	ab
		Klein gavilán	4000	bc	407	abcd	12399	bc	9622	abcd	42	abc
		ACA 601	3900	b	438	bcd	11529	abc	9285	abcd	42	abcd
		ACA 303	3708	ab	412	abcd	11434	abc	9564	abcd	39	acd
	Secano	Buck sureño	3549	ab	423	abcd	10529	ab	11126	bcd	33	a
		BioINTA 2001	3399	ab	493	d	10259	ab	9446	abcd	36	ab
		Klein gavilán	3383	ab	392	abc	10979	abc	9227	abc	37	cd
		ACA 601	2850	a	328	a	9069	a	7621	a	37	d
		ACA 303	2899	a	384	ab	9449	a	8331	ab	35	ab
	CV (%)		10,58		9,62		9,65		12,12		5,67	
	DMS		947		98		2623		2892		5	
	Interacción	Var. X Agua	n.s.		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.	
Tercera	Riego	DM Onix	4981	d	484	b	12998	d	13379	c	37	cd
		BioINTA 1001	4647	d	415	ab	13388	d	12388	bc	38	d
		Baguette 13	4955	d	468	b	12823	d	12932	c	38	d
		ACA 801	3941	cd	434	ab	11859	cd	10485	bc	38	d
		Buck guaraní	3220	bc	455	ab	12089	cd	9515	ab	34	bc
	Secano	DM Onix	3441	bc	401	ab	10134	bc	10867	bc	32	b
		BioINTA 1001	3266	bc	356	ab	9359	ab	10257	bc	32	b
		Baguette 13	2949	abc	380	ab	9309	ab	9318	ab	32	b
		ACA 801	2258	ab	324	a	7109	a	6480	a	35	bcd
		Buck guaraní	1800	a	353	ab	8146	ab	6405	a	28	a
	CV (%)		13,91		13,03		8,86		12,85		4,3	
	DMS		1.201		138,2		2314		3192		3.6	
	Interacción	Var. X Agua	ns		ns		n.s.		n.s.		ns	

Obs.: CV= coeficiente de variabilidad; DMS= diferencia mínima significativa para la prueba de Tukey (P≤0,05) superada ésta llevan letras diferentes; x= no se realizó el test de diferencias de medias debido a la existencia de interacción significativa entre los factores.

Conclusiones:

Si bien el CFT aumentó a medida que se atrasó la fecha de siembra cuando no hubo restricciones hídricas esta variación no se vio reflejado en el número de granos por m^2 ni en el rendimiento, por lo que muestra escaso valor predictivo. Menos aún en el caso de los ensayos de secano que soportaron algunas restricciones hídricas.

Bibliografía:

Abbate, P. E., J. P. Culot y F. Andrade. 1990. Influencia de la radiación sobre la generación del rendimiento en un trigo de ciclo corto en el S. E. de Buenos Aires. I:15-27. En: II Congreso Nac. de Trigo.17-19 Oct. AIANBA, Pergamino, Arg.

Acevedo, E.; P. Silva. 2002. Wheat growth and physiology. En: B. C. Curtis; S. Rajaram y H. Gómez MacPherson (eds.) FAO Plant Production and Protection Series Nº 30, Bread wheat. Improvement and production. Roma, It.

Bindraban, P. S.; K. D. Sayre y E. Solis-Moya. 1998. Identifying factors that determine kernel number in wheat. Field Crops Res. 58:223-234.

Calviño P. A. y V. O. Sadras. 2002. On-farm assessment of constraints to wheat yield in the south eastern Pampas. Field Crops Res. 74:1-11.

Casagrande, G.A.; G.T. Vergara y Y. Bellini. 2006. Cartas agroclimáticas actuales de temperaturas, heladas y lluvia de la provincia de La Pampa (Argentina). Rev. Fac. Agron. UNLPam, 17:15-23.

Coventry, D.R.; T.G. Reeves; H.D. Brooke y D.K. Cann. 1993. Influence of genotype, sowing date, and seeding rate on wheat development and yield. Aust. J. Exp. Agric. 33:751-757.

Dennett, M.D. 1999. Effects of Sowing date and the determination of optimum sowing date. En: Wheat ecology and physiology of yield determination. (E.H. Satorre y G.A. Slafer eds.). Food Products Press, New York, EEUU: pp. 45-65.

Dhillon, S. S. y J. I. Ortiz-Monasterio. 1993. Effects of date of Sowing on the yield and yield components of spring wheat and their relationship with solar radiation and temperature at Ludhiana, Punjab, India. Wheat special Report 23b.

Fischer R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. J. Agric. Sci. 105:447-461.

Goos, R. J.; J. A. Schimelfenig; B. R. Bock y B. E. Johnson. 1999. Response of spring wheat to nitrogen fertilizers of different nitrification rates. Agron. J. 91:287-293.

Magrin, G. O.; A. J. Hall; C. Baldy y M. O. Grondona. 1993. Spatial and interannual variations in the photothermal quotient: implications for the potential kernel number of wheat crops in Argentina. Agr. Forest Meteorol. 67:29-41.

Nalley, L. L.; A. P. Barkley y K. Sayre. 2009. Photothermal Quotient Specifications to Improve Wheat Cultivar Yield Component Models. Agron. J. 101:556-563.

Otegui, M.E. y M. López Pereira. 2003. Fecha de siembra. En: Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. (E.H. Satorre; R.L. Benech Arnold; G.A. Slafer; E. B. de la fuente; D. J. Miralles; M.E. Otegui y R. Savin eds.). Fac. de Agron. Buenos Aires, Arg. P. 375-440.

SAGPyA, 2009. Estimaciones agrícolas. http://www.sagpya.mecon.gov.ar.

Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1989. Bioestadística: principios y procedimientos. Ed. Mc Graw-Hill/ Interamericana, D. F., México.

Villar, J. L. y E. Astegiano. 2004. Evolución de algunos parámetros climáticos durante las campañas trigueras 2002 y 2003 como condicionante de los rendimientos. p. 8-14. En: INTA EEA Rafaela. Publ. Misc. 101. Inf. Téc. Trigo. Campaña 2004.

Zadoks, J. C.; T. T. Chang y C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res., 14: 415-421.