



“EFECTO DE LA CAPTACIÓN DE LA RADIACIÓN DURANTE EL PERIODO CRÍTICO SOBRE EL RENDIMIENTO EN GRANO DE TRIGO Y TRITICALE EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA”

"Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo”

Autores: Minetti, Lucas.
Rivas, Diego.

Director: Fernández, Miguel Ángel
Asignatura: Cereales y Oleaginosas

Evaluadores: Ing. Agr. Osvaldo Zingaretti (Asignatura: Cereales y Oleaginosas)
y Mag. Oscar Siliquini (Asignatura: Horticultura)

INGENIERIA AGRONOMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA
SANTA ROSA, LA PAMPA, ARGENTINA

Año: 2018

Índice de contenidos

Resumen.....	3
Abstract.....	4
Introducción.....	5
Hipótesis.....	8
Materiales y Métodos.....	9
Resultados y Discusión.....	14
Conclusiones.....	30
Bibliografía.....	31

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Facultad de Agronomía UNLPam. En el mismo se evaluó la relación entre la radiación fotosintéticamente activa (RFA) interceptada por el cultivo durante el período crítico y el rendimiento de trigo pan (*Triticum aestivum* L.), trigo candeal (*Triticum durum* L.) y triticale (*X Triticosecale* Witt). También se evaluó el efecto de la aplicación de nitrógeno al macollaje.

En la primera fecha de muestreo (3 de octubre) las tres variedades de triticale mostraron mayor intercepción que las variedades de trigo pan y candeal con fertilizante nitrogenado. La variedad de trigo pan Baguette P13 tuvo mayor intercepción en el testigo. En las fechas de muestreo restantes las variedades de las tres especies tuvieron un comportamiento dispar, aunque las variedades de trigo candeal tuvieron menor captación de la RFA. El agregado de nitrógeno al macollaje mejoró significativamente el porcentaje de intercepción de la RFA. El rendimiento de las variedades de trigo pan modernas fue mayor a las antiguas, explicándose por un mayor IC, más que por mayor captación de la RFA. El agregado de nitrógeno compensó la caída de rendimiento cuando la fecha de floración fue más tardía.

Palabras claves: Intercepción canopia, producción, cultivos graníferos invernales.

ABSTRACT

The present work was carried out in the experimental field of the Faculty of Agronomy UNLPam. It evaluated the relationship between photosynthetically active radiation (PAR) intercepted by the crop during the critical period and yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.), durum wheat (*Triticum durum* L.) and triticale (*X Triticosecale* Witt). Also evaluated the effect of nitrogen application to tillering. In the first date of sampling (October 3) three varieties of triticale showed increased interception than the varieties of wheat bread and wheat with nitrogen fertilizer. The variety of wheat bread “Baguette P13” had increased interception in control. On remaining dates of sampling the varieties of the three species had an unlike behavior, although the varieties of durum wheat were lower PAR interception. The addition of nitrogen to tillering significantly improved the percentage of PAR interception. The yield of the modern varieties of wheat bread was bigger than the ancient ones, being explained by a major IC, more than for major PAR interception. The addition of nitrogen compensated the yield fall when the flowering date more lately.

Key Word: Canopy interception, production, winter grain crops.

INTRODUCCIÓN

Durante el Siglo XX y lo transcurrido del XXI, el rendimiento global promedio de trigo (*Triticum aestivum* L.) en Argentina aumentó de 1 t/ha a principio del siglo pasado, hasta 2,7 t/ha en la última década (SIIA, 2017).

A partir de 1950 se ha incrementado el rendimiento de trigo debido a dos importantes factores: la mejora genética y las prácticas de manejo (Slafer *et al.*, 1999; Austin, 1999). El avance genético se reconoce por un aumento del potencial de rendimiento o en la tolerancia al estrés (Simmons, 1987; Slafer y Andrade, 1993). Sin embargo, frecuentemente los cultivos, experimentan limitaciones para lograr expresar su potencial de rendimiento.

Según Egli (1998) los factores ambientales tales como: la variación de la temperatura; la radiación solar; la disponibilidad de agua y la fertilidad del suelo afectan el número de granos por unidad de superficie. Estas variaciones en el número de granos dependen de la cantidad de biomasa total producida y de la sensibilidad que presenta a estos factores a medida que se acerca al periodo de antesis. Solamente cuando se fijan pocos granos estos muestran un mayor peso individual (Evans y Wardlaw, 1976).

El número de granos por m² está formado por dos sub-componentes principales: el número de espigas por m² y el número de granos por espiga. A su vez el número de granos por espiga está formado por otros dos sub-componentes: espiguillas por espiga y el número de granos por espiguillas. El número de espiguillas por espiga se define en el lapso que va desde doble lomo hasta la aparición de la espiguilla terminal, mientras que la formación del número de granos por espiguilla se inicia antes de la formación de la espiguilla terminal y finaliza con el cuaje de los granos. El período global de formación del componente número de granos por m² va desde la

siembra hasta el cuaje de los granos, para nuestra zona involucra aproximadamente 120 días. Sin embargo, no todas las etapas tienen igual importancia relativa en el logro del número de granos por m², ya que existe un periodo crítico (PC), el cual varía para una misma fecha de siembra con el genotipo elegido, y se define como el lapso de tiempo que va desde 20 días antes de floración hasta los 10 posteriores a la misma (Fischer, 1985).

Se debe agregar que gran parte del crecimiento del cultivo de trigo está determinado por el proceso de fotosíntesis. Por ello, existe una relación lineal entre la biomasa total acumulada y la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAint). Es así que la producción de materia seca puede ser explicada de forma simple a través de la cantidad de radiación interceptada y la eficiencia con que dicha radiación es transformada en biomasa (Monteith, 1977; Gallagher y Biscoe, 1978).

La radiación interceptada por el cultivo afecta en forma positiva el establecimiento del número de granos por espiga (Evans, 1978) y por unidad de superficie (Slafer y Andrade, 1993; Abbate *et al.*, 1995). Esto se explica porque la cantidad de materia seca en los granos de un cultivo queda definida a partir de la cantidad de biomasa total acumulada y de la proporción que es derivada hacia los granos (IC= Índice de cosecha).

La radiación afecta al número de granos por m² a través de una relación lineal positiva con la tasa de crecimiento del cultivo, mientras que la temperatura la afecta negativamente acelerando su desarrollo. Es posible pensar que el número de granos por m² (y en la mayoría de los casos el rendimiento) depende de estos factores durante el PC.

En ambientes con déficit hídrico es importante lograr un alto índice de área foliar (IAF) en la fase de pre-antesis (Aggarwal y Sinha, 1987), ya que los cultivos de trigo pan de buen desarrollo, deberían interceptar el 95% de la RFA durante el PC (Slafer *et al.*, 1999; Abbate *et al.*, 2001). Bindraban *et al.* (1998) encontraron una buena asociación entre el número de granos por m² y la tasa de crecimiento entre los estados Z39 y Z70 del código decimal de Zadoks *et al.* (1974) que es cuando se establece el área foliar del cultivo y el tamaño del destino.

En la región semiárida pampeana es altamente probable que los cultivos presenten déficit hídrico en alguna de sus etapas fenológicas, por esta razón es sumamente importante conocer la eficiencia con que los distintos genotipos usan el agua, con el objetivo de lograr mayores rendimientos en grano por unidad de superficie. El triticale granífero (*X Triticosecale*, Wittmack), cereal interéspecífico y el trigo candeal (*Triticum durum*, Desf.), pueden ser alternativas válidas para estabilizar los rendimientos de los cereales invernales en zonas de alta variabilidad climática, teniendo en cuenta que el triticale requiere alrededor de un 30% menos de agua para lograr igual cantidad de biomasa que el trigo (Hede, 2000). Ammar *et al.* (2004) describieron sobre la resistencia y adaptabilidad del cultivo de triticale granífero en ambientes con estrés. Los primeros estudios de mejoramiento genético comenzaron en la década del 30 y se potenciaron a partir de la creación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1966. Se utilizó para ello una gran diversidad de ambientes, regiones subtropicales, templadas o frías, a nivel del mar o en zonas elevadas donde la avena y trigo presentan escaso crecimiento, demostrando su gran adaptabilidad y la posibilidad de encontrar cultivares desarrollados para cada situación (Mergoum *et al.*, 1998). De esta manera se puede afirmar que el Triticale tiene

mayor eficiencia en el uso de los factores limitantes, es decir que produce más biomasa con los mismos recursos disponibles.

A su vez, el trigo candeal (Bozzini, 1988) es más resistente a la sequía que el trigo pan. En ambos el estrés hídrico es la principal causa de reducción de la radiación interceptada y de la eficiencia en el uso de la misma (Nogués *et al*, 2005).

HIPOTESIS:

En el presente trabajo se plantearon las siguientes hipótesis:

H₁) Aquellos cultivares cuya fecha de floración sea más temprana en comparación de otros, lograrán un mayor rendimiento.

H₂) Las especies más adaptadas a déficit hídrico, como trigo candeal y triticale podrán lograr mayor captación de la RFA a igual disponibilidad de otros recursos (agua, nutrientes).

H₃) El agregado de nutrientes (nitrógeno y fósforo) mejorará el porcentaje de intercepción de la RFA.

H₄) Las variedades modernas de trigo pan tendrán mayor rendimiento en grano debido a una mayor captación de la radiación que las variedades antiguas.

MATERIALES Y METODOS

1-Ubicación del Ensayo:

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. Ubicada a 11 km al norte de la ciudad de Santa Rosa (36°46' S y 64°17' W), a 210 msnm.

2- Características del sitio:

El lugar donde se realizó la experimentación se encuentra en el límite sur de la subregión fisiográfica de las planicies con tosca (INTA-Pcia. LA PAMPA-UNLPam, 1980). Una costra calcárea (horizonte petrocálcico) se encuentra entre 0,8 y 1,0 m de profundidad. El suelo se clasifica como Paleustol petrocálcico, familia franco grueso mixta, térmica.

3-Realización del Ensayo:

Se sembraron 9 genotipos de trigo pan, 4 genotipos de trigo candeal y 3 genotipos de triticale. Las variedades utilizadas y su descripción se observan en la Tabla 1. En general, el trigo pan, se clasifica en: alto peso hectolítrico (PH > 79 kg/hl), mediano peso hectolítrico (PH entre 76 y 79 kg/hl) y bajo peso hectolítrico (PH < 76 kg/hl); el trigo candeal también se lo clasifica en alto, mediano y bajo peso hectolítrico, PH > 78 kg/hl; PH entre 76 y 78 kg/hl y PH < 76 kg/hl, respectivamente. Estos rangos surgen del estándar argentino de cada una de las especies. En el caso del triticale se utilizó la siguiente escala: alto peso hectolítrico (PH >71); mediano (PH entre 68 y 71) y bajo (PH < 68 kg/hl), de acuerdo con la propuesta de Rubiolo y León (2000) a IRAM.

El ensayo se sembró el 28 de junio del año 2012 en parcelas de 6m de largo x 7 surcos a 0,20m entre hileras, en un diseño en bloques completamente aleatorizado. La misma se ejecutó con una sembradora de parcelas marca Forti. La siembra se realizó por métodos convencionales, con un barbecho iniciado en el mes de febrero.

El 17 de septiembre se realizó una pulverización con herbicidas a razón de 100 cm³/ha de dicamba, 5,5 g/ha de Metsulfuron y 120 cm³/ha de coadyuvante. El efecto de la aplicación de herbicidas sobre las malezas se observó el 25 de septiembre del mismo año.

Se incorporó un tratamiento de fertilidad (fertilizado y testigo). La primera aplicación de fertilizante se realizó al momento de la siembra con 50 kg/ha de superfosfato triple de calcio aplicado en la hilera junto con la semilla, y la segunda fue en el periodo de macollaje con 100 kg/ha de UREA al voleo. Durante el barbecho (11 de abril) se extrajo una muestra de suelo para un análisis cuyos valores fueron de 16,1 ppm de N-NO₃⁻ (0-30cm) y 8,8 ppm P₂O₅ (0-20cm).

Descripción de los Tratamientos:

A) Especie:

- Triticale: Cananea, 830-37ITYN05 y Eronga 83.
- Trigo pan: Gral. Urquiza, Blackhull, Brasil, Bahiense FCS, ACA 601, Baguette P 13, Baqueano, Abate y Buck Guaraní.
- Trigo candeal: Buck Cristal, Bon. Cariló, Ciccio y Concadoro).

B) Fertilidad:

- Testigo.
- Fertilizado (doble fertilización, nitrógeno y fósforo).

4-Mediciones realizadas durante el desarrollo del cultivo::

Determinación de la fecha de ocurrencia de los estados fenológicos:

Para la determinación de la fecha de ocurrencia de los estados fenológicos se basó en el criterio de Bell y Fischer (1994) de los siguientes estados descriptos por Zadoks *et al.* (1974): a) Estado Z10, emergencia de las plántulas, b) Estado Z31, primer nudo visible, c) Estado 49, emergencia de aristas, d) Estado Z65, anthesis y e) Estado Z89, madurez fisiológica.

Intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (RFA_{int}):

Para su medición se usó un medidor de radiación fotosintéticamente activa (RFA) “Line quantum sensor” marca: LI-COR, modelo LI-1000. La medición de RFA se realizó cuando se produjo el cenit solar ± 1 h, y con días de cielo completamente claro. La medición se efectuó en el dosel de la canopia y luego a nivel del suelo en el entresurco de las líneas centrales de la parcela.

Se llevaron a cabo cuatro mediciones desde el inicio (Z39) hasta el final (Z72) del periodo crítico del cultivo, con una separación entre sí de 12 días aproximadamente (según condiciones meteorológicas).

Las fechas fueron: 3 de octubre, 25 de octubre, 6 de noviembre y 19 de noviembre.

Componentes de rendimiento a cosecha:

Para la medición de los componentes a cosecha se tomó una superficie de muestreo de 1 m² dentro de la parcela, tal como lo recomiendan Bell y Fischer (1994).

Rendimiento de grano:

Se cosechó manualmente en gavilla el material de la parcela, tal como se mencionó anteriormente, secada luego en estufa a 60 °C hasta peso constante, posteriormente se procedió a la trilla en máquina estacionaria y por último se pesó el grano de la parcela.

Otras determinaciones sobre el cultivo:

Biomasa total:

Se estimó con la misma gavilla del rendimiento de grano. Antes de la trilla se pesó en su totalidad la parte aérea de la parcela secada de manera idem anterior.

Índice de cosecha:

Se determinó realizando el cociente entre la producción de grano por parcela y la biomasa aérea total (secadas ambas en estufa a 60 °C) por 100 (Bell y Fischer, 1994).

Peso hectolítrico:

Para su determinación se procedió al uso de la balanza de Schöpfer.

Evaluaciones en el suelo:

Humedad:

El Uso consuntivo (UC) se calculó por el método gravimétrico registrando el contenido de agua útil hasta la profundidad de la tosca, en cuatro momentos dentro del desarrollo del cultivo: emergencia (Z10), inicio de encañazón (Z31), floración (Z65) y madurez fisiológica (Z90). Para la determinación del UC de agua útil se procedió a utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{UC} = \text{agua útil al inicio} - \text{agua útil al final} + \text{Lluvias (pluviómetro)}$$

El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó por medio del Análisis de la Varianza (ANAVA) dentro de cada fecha, para evaluar el efecto de los tratamientos sobre cada variable (INFOSTAT, 2011). Luego para la separación de las medias de los tratamientos se utilizó el test de Tukey con un error $\alpha \leq 0,05$. También se utilizó el método de regresión lineal simple para establecer la relación entre el rendimiento de grano (variable dependiente) y el porcentaje de RFA interceptada (variable independiente).

Tabla 1. Descripción de las variedades utilizadas en el ensayo.

VARIEDAD	ESPECIE	Ciclo ⁵	Año de Inscripción ¹	Características del grano	PROCEDENCIA
Buck Cristal	Trigo candeal	I	1988	Alto peso - Alto PH ⁴	Argentina
Ciccio	Trigo candeal	C	2007	Alto peso - Alto PH	Italia
Concadoro	Trigo candeal	C	2007 (1998) ²	Alto peso de grano	Italia
Bon. INTA Cariló	Trigo candeal	I-L	2004	Alto peso - Medio PH	Argentina
Gral. Urquiza	Trigo pan	I-L	1944	Alto peso - Mediano PH	Argentina
Brasil	Trigo pan	I-L	1920	Bajo peso - Mediano PH	Desconocido
Blackhull	Trigo pan	I-L	1937	Bajo peso - Mediano PH	USA
Bahiense FCS	Trigo pan	I-L	1944	Peso mediano - Alto PH	Argentina
ACA 601	Trigo pan	I	2003	Peso mediano - Alto PH	Argentina
Baguette P 13	Trigo pan	I-C	2001	Peso mediano - Mediano PH	Argentina
Buck Guaraní	Trigo pan	I-C	1994	Peso mediano - Mediano PH	Argentina
Abate	Trigo pan	C	2004	Alto peso - Medio PH	Italia
Buck Baqueano	Trigo pan	L	2007	Peso mediano - Mediano PH	Argentina
Cananea	Triticale	C	1979	PH bajo - peso mediano	CIMMyT
830 (37ITYN05)	Triticale	C	2006 ³	PH bajo - peso	CIMMyT

				mediano	
Eronga 83	Triticale	C	1983	PH bajo – peso mediano	CIMMyT

1= Año de inscripción en Argentina.

2 = Año en el que se registró por primera vez la variedad en Europa (Italia).

3 = Año de introducción desde el CIMMyT a FA de la UNLPam.

4 = Peso hectolítrico.

5 = C = corto, I = Intermedio y L = Largo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Tabla 2 se observan los datos registrados de las temperaturas y las lluvias medias mensuales del año 2012 comparados a la media histórica del lugar. La sumatoria de precipitaciones medias durante el período de crecimiento de los cultivos fue superior a la histórica (1976-2011) y la distribución fue distinta, registrándose precipitaciones inferiores a la media histórica en los meses de mayo, junio y julio pero elevadas en los meses de febrero, agosto y octubre principalmente. Las lluvias de noviembre (cuando se produjo la mayor parte del llenado de los granos) fueron similares a la histórica. Este hecho sumado a la acumulación de agua útil de los meses anteriores determinó que el UC fuera elevado (desde 4,50 a 6,52 mm/d según las especies analizadas). Las temperaturas medias mensuales durante el ciclo del cultivo fueron semejantes al promedio histórico (1976-2008), excepto en los meses de julio y agosto que fueron levemente inferiores a lo normal (Tabla 2).

En la Tabla 3 se vuelcan las fechas de los estados fenológicos más relevantes registrados para todas las variedades ensayadas. La fecha de floración alrededor de la cual se ubica el periodo crítico agrupa a las variedades en dos. Buck Baqueano, Bon. Cariló y Buck Cristal formaron parte del grupo más largo (floración principio de noviembre), mientras que los demás florecieron a fines de octubre.

Las variedades estudiadas se pueden agrupar en dos ciclos característicos: los más precoces (Abate; Buck Guaraní; ACA 601; Baguette P 13; Concadoro; Ciccio; General Urquiza MA; Cananea) con fecha promedio de floración a fin de octubre y más tardíos (Baqueano; Bon. Cariló; B. Cristal; Blackhull; Bahiense FCS; Brasil) con fecha promedio de floración principio de noviembre. Los dos grupos de madurez se presentan en las

especies de trigo pan y candeal, no así en el triticale, donde las variedades son todas precoces. Esta característica generó variabilidad en el momento de ocurrencia del PC.

En la Tabla 4 se muestra la significación estadística del efecto de la variedad, la fertilidad y la interacción entre ambas sobre el porcentaje de radiación fotosintéticamente activa interceptada en cada fecha de muestreo. Se observaron diferencias significativas debidas al genotipo y a la fertilidad, mientras que no se observó una interacción significativa entre los factores principales.

Tabla 2. Caracterización climática durante el ciclo agrícola.

Variable	E n e	F e b	M a r	A b r	M a y	J u n	J u l	A g o	S e p	O c t	N o v	D i c	T O T A L
Temp. X Mensual 2012 (°C)	25,6	22,1	20,0	14,9	12,7	8,6	6,9	9,0	12,9	15,9	19,8	21,8	15,9
Temp. X Mensual 1977- 2008 (°C)	23,2	22,1	19,6	15,3	11,3	8,2	7,8	9,7	12,4	15,9	19,2	22,0	15,5
Lluvias en el año 2012 (mm)	88	179	69	61	1	1	0	144	19	193	82	86	924
Lluvias X 1976 -2011 (mm)	87,6	75,5	95,6	56,6	31,5	14,5	20,1	24,1	44,6	72,2	88,6	97,8	709

Fuente: Los datos históricos y los del año de estudio fueron proporcionados por la cátedra de Agro-meteorología de la Facultad de Agronomía de la UNLPam, recolectados en el observatorio meteorológico ubicado en el predio (36°46' S y 64°17' O).

Tabla 3. Fecha de ocurrencia de los estados fenológicos más importantes.

	Variedad	Especie	Z10*	Z31	Z49	Z65	Z90
1	Abate	Pan	18-Jul	3-Oct	18-Oct	28-Oct	2-Dec
2	B. Guarani	Pan	18-Jul	30-Sep	17-Oct	28-Oct	4-Dec
3	ACA 601	Pan	18-Jul	29-Sep	15-Oct	26-Oct	3-Dec
4	Baguette 13	Pan	18-Jul	28-Sep	19-Oct	26-Oct	4-Dec
5	B. Baqueano	Pan	17-Jul	1-Oct	25-Oct	4-Nov	10-Dec
6	Cariló	Candéal	19-Jul	3-Oct	24-Oct	5-Nov	8-Dec
7	B. Cristal	Candéal	18-Jul	30-Sep	21-Oct	3-Nov	10-Dec
8	Concadoro	Candéal	18-Jul	28-Sep	14-Oct	26-Oct	5-Dec
9	Ciccio	Candéal	18-Jul	25-Sep	13-Oct	23-Oct	3-Dec
10	Eronga 83	Triticale	17-Jul	20-Sep	11-Oct	25-Oct	5-Dec
11	830 (37ITYN05)	Triticale	17-Jul	18-Sep	9-Oct	24-Oct	6-Dec
12	Cananea	Triticale	17-jul.	22-Sep	12-Oct	26-Oct	6-Dec
13	Gral. Urquiza MA	Pan	17-jul.	24-Sep	15-Oct	26-Oct	4-Dec
14	Bahiense FCS	Pan	18-Jul	26-Sep	24-Oct	5-Nov	7-Dec
15	Brasil	Pan	17-jul.	30-Sep	27-Oct	6-Nov	7-Dec
16	Blackhull	Pan	18-Jul	25-Sep	23-Oct	3-Nov	7-Dec

* = Estado de desarrollo de acuerdo a Zadoks *et al.* (1974).

Tabla 4. Efecto del genotipo, la fertilidad y su interacción sobre la intercepción de la RFA.

Fuente de Variación	3 oct.	25 oct.	6 nov.	19 nov.
Genotipo	**	**	**	*
Fertilidad	**	**	**	**
Int. Var.-Fert.	NS	NS	NS	NS
CV	14,62	9,09	7,28	11,70

** = probabilidad $\leq 0,01$; * = probabilidad $\leq 0,05$; NS = no significativo.

En la Tabla 5 se muestra el efecto del nivel de fertilidad del suelo (fertilizado y testigo) sobre el porcentaje de radiación interceptada dentro de cada fecha de muestreo de las diferentes variedades empleadas.

En las cuatro fechas de muestreo el promedio de % de intercepción de la RFA de los tratamientos fertilizados fueron significativamente mayores a los tratamientos testigos.

En la 1° Fecha (03/10/2012) el porcentaje de radiación interceptada de las variedades de triticale (830-37ITYN05, Cananea y Eronga 83) fue mayor al de las variedades de trigo pan, y estas últimas mayores a las variedades de trigo candeal en el tratamiento fertilizado aunque no hubo diferencias significativas. Dentro del genotipo trigo pan, la variedades Brasil, Baguette P13, Bahiense FCS y Buck Guaraní presentaron los valores más altos de radiación interceptada expresados en porcentaje, a diferencia de la variedad Abate que con el 79,77% de la radiación interceptada le corresponde el valor más bajo. En el caso de las variedades de trigo candeal, a la variedad Bon. Cariló le corresponde el menor valor de radiación interceptada. Dentro de los tratamientos testigos si se encontraron diferencias significativas entre las variedades. El cultivar Baguette P 13 mostró mayor captación que Abate, Buck Cristal y Bon. Cariló.

Para la 2° Fecha (25/10/2012) no hubo diferencias significativas entre las variedades. No obstante, las variedades que superaron el 95 % de la radiación interceptada fueron: Eronga 83, Brasil, Baguette P13, Bahiense FCS, Blackhull, Buck Baqueano y Buck Cristal. Este valor de intercepción indica una máxima tasa de crecimiento según Fischer (1985). Dentro de los tratamientos testigos no se encuentra ninguna variedad que capte el 95% de la RFA. Las variedades de mayor captación fueron: Baguette P 13 y la variedad antigua Gral. Urquiza.

El 06/11/2012 no se observaron diferencias significativas dentro del tratamiento fertilizado. No obstante, los triticales se mantuvieron con una captación mayor al 95% y también las variedades de trigo pan, Brasil, Baguette P 13 y Buck Baqueano. En esta fecha los trigos candeales llegaron a una buena captación, sin llegar al 95% de intercepción. En cuanto al testigo se encontraron diferencias significativas entre Abate, Ciccio y Cariló (con bajo porcentaje) y Brasil, Baguette P13 y Blackhull.

Finalmente el 19/11/2012 se realizó la última toma de datos registrándose que tanto en los fertilizados como en los testigos habían declinado por debajo del 95% de captación. Los tratamientos fertilizados no mostraron diferencias significativas; siendo la variedad de trigo pan ACA 601 la que registró el valor más alto de intercepción de la radiación. Por su parte, el menor porcentaje fue registrado por la variedad Abate. En los tratamientos sin fertilizante no se encontraron diferencias significativas, esto último puede deberse a que va finalizando el ciclo del cultivo.

En la Tabla 6 se vuelcan los resultados de rendimiento y la diferencia estadística de los distintos tratamientos.

El análisis de la varianza del rendimiento de los distintos tratamientos arrojó un efecto significativo de la variedad, el fertilizante y además hubo interacción entre los factores. De esta manera es que hubo que realizar un análisis separando los fertilizados de los testigos.

En el tratamiento fertilizado las tres especies (Trigo Pan, Trigo Candeal y Triticale) tuvieron una performance semejante, hubo variedades dentro de cada especie que tuvieron rendimientos altos, medianos o bajos. B. Guaraní (Trigo Pan) fue la variedad que más rindió, seguida por la variedad T830 (Triticale) y dentro de los trigos candeales, la variedad Bon. Cariló no difirió significativamente de los anteriores.

En la especie trigo pan, con nitrógeno, las variedades modernas (B.Guaraní, B. Baqueano, ACA 601, Abate) presentaron mayor rendimiento que las variedades antiguas (Blackhull, Bahiense, Gral. Urquiza y Brasil). Baguette P13 (moderno) no se pudo diferenciar estadísticamente de las variedades antiguas Blackhull y Bahiense. En la especie Triticale se observó que la variedad T830 superó significativamente a sus pares (Cananea y

Eronga 83) en los tratamientos fertilizados. En la especie de trigo candeal las 4 variedades no tuvieron diferencias significativas dentro de los tratamientos fertilizados.

En los tratamientos testigo, comparando las especies, no se observó un comportamiento claro, porque si bien hubo variedades de trigo pan moderno que tuvieron los mayores rendimientos no se pudieron diferenciar estadísticamente de los triticales y algunas variedades de trigo candeal. Sin el agregado de nitrógeno el Baguette P13 fue el de mayor rendimiento, incluso superando el rendimiento del fertilizado lo que ha contribuido junto con los trigos antiguos a la interacción detectada entre fertilizados y testigos. En cuanto a las variedades de trigo candeal no hubo diferencias significativas en los rendimientos testigos.

Dentro de la especie de Triticale si bien la variedad T830 fue la que más rindió, con un valor de 4802 kg/ha, no hubo diferencias significativas con las otras dos.

En trigo Pan se puede observar una buena respuesta en rendimiento a la fertilización en las variedades modernas (B. Guaraní, B Baqueano, ACA 601 y Abate) excepto Baguette P13 que no respondió. Tampoco hubo respuesta en las variedades antiguas (Blackhull, Bahiense, Gral Urquiza, Brasil) donde los rendimientos del fertilizado no superan a los rendimientos de los testigos.

Tabla 5. Efecto de la fertilidad y la variedad sobre el porcentaje de radiación interceptada en cada fecha de muestreo.

VARIETADES	Fecha 1 (3/10)		Fecha 3 (6/11)					
	FERT.	TEST.	FERT.	TEST.	FERT.	TEST.	FERT.	TEST.
T.830	96,4 a	76,1	94,2 ab	83,3 abcde	95,1 ab	83,6 abcdefg	89,5 ab	79,0 abcde
Cananea	94,0 ab	72,9	93,3 abc	84,5 abcde	95,5 ab	81,0	86,2 abcd	76,8 abcde
Eronga	93,1 abc	66,4	96,0 ab	82,1 abcde	94,6 ab	79,5 bcdefgh	81,0 abcde	64,2 cde
Brasil	91,0 abc	66,0	97,8 a	83,3 abcde	97,1 a	88,2 abcdef	89,5 ab	68,9 abcde
Baguette P 13	90,5 abc	80,6	97,0 a	86,6 abcde	97,2 a	85,6 abcdef	88,8 abc	78,1 abcde
Bahiense FCS	90,5 abc	77,5	96,8 a	83,8 abcde	94,7 ab	80,7	86,6 abcd	78,8 abcde
Buck Guaraní	90,1 abc	71,4	93,6 abc	74,8 bcde	93,9 abc	84,5 abcdefg	89,2 abc	73,3 abcde
Gral. Urquiza	88,2 abcd	72,6	94,5 ab	86,8 abcde	89,1 abcdef	75,8 defgh	85,8 abcd	74,3 abcde
ACA 601	86,4 abcd	62,8	94,3 ab	85,3 abcde	93,9 abc	77,0 cdefgh	91,6 a	68,8 abcde
Blackhull	86,2 abcd	67,3	95,8 ab	85,7 abcde	93,8 abc	87,0 abcdef	85,6 abcd	72,4 abcde
Buck. Baqueano	86,0 abcd	57,9	95,3 ab	80,6 abcde	96,8 a	80,6	87,1 abcd	64,9 bcde
Abate	79,8 abcde	48,9	87,5 abcd	71,5 de	85,2 abcdef	65,5	75,5 abcde	56,8 e
Buck. Cristal	83,2 abcde	48,0	95,0 ab	69,9 de	92,7 abcd	74,3	86,5 abcd	66,0 bcde
Ciccio	80,4 abcde	63,2	88,3 abcd	65,3 e	92,9 abcd	67,5	83,9 abcd	73,4 abcde
Concadoro	78,7 abcdef	52,8	94,9 ab	72,5 cde	91,1 abcde	73,1	84,9 abcd	64,9 bcde
Bon. Cariló	70,3 abcdefg	44,1	86,2 abcde	67,8 de	90,6 abcde	67,8	89,4 abc	63,6 de
Int. Var. X Fert	NS		NS					
CV (%)	14,62		7,28					
DMS	30,43		11,00					

Int. Var. X Fert = Interacción entre variedad y fertilidad. CV (%) = coeficiente de variabilidad. DMS = Diferencia mínima significativa. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas con el test de LSD ($P \leq 0,05$) dentro de la misma fecha de muestreo.

Las variedades que obtuvieron la mayor biomasa producida no necesariamente lograron el mayor rendimiento, ya que como propusieron Abbate *et al.*, (1995), depende también de la partición hacia los granos. Mientras tanto, Giunta *et al.* (2009) propusieron que en los cereales invernales, triticale y trigo candeal, hay una respuesta lineal entre la RFA interceptada y la producción de biomasa.

La biomasa producida mostró una interacción significativa entre las variedades y la fertilidad, por ello hubo que realizar un ANAVA separando fertilizados de testigos (Tabla 7). Dentro de los fertilizados, los trigo pan, B. Baqueano y B. Guaraní, acumularon la mayor cantidad de biomasa, diferenciándose estadísticamente de los trigos candeales, Ciccio y Concadoro. Las variedades antiguas produjeron similar cantidad de biomasa que los trigos modernos, manifestando así semejante producción primaria neta. Es decir que a través de muchos años de selección genética no se aumentó la capacidad de conversión de energía lumínica en biomasa o eficiencia fotosintética. No obstante, su menor rendimiento se debe a un bajo Índice de Cosecha (Tabla 7). En tanto, Ciccio a pesar de su menor cantidad de biomasa alcanzó semejante rendimiento que B. Baqueano y B. Guaraní, a expensas de un alto Índice de Cosecha. En general, no se observan diferencias significativas entre variedades modernas y antiguas en función de la biomasa producida ante el agregado de fertilizante (Tabla 7). El triticale Eronga 83 y el trigo pan Baguette P13 lograron mayor biomasa dentro de los testigos, diferenciándose estadísticamente de los trigos candeales (Concadoro, Cariló, Ciccio y B. Cristal) y de los trigo pan modernos; ACA 601, Abate; y los trigos antiguos, Gral. Urquiza y Brasil.

Tabla 6. Efecto de los distintos tratamientos sobre el rendimiento en grano (kg/ha)

Variedad	Especie	Fertilizado			
B. Guaraní	Pan	5.867	a	4.739	abc
830 (37ITYN05)	Triticale	5.855	a	4.802	ab
B. Baqueano	Pan	5.279	ab	3.795	bcde
Cariló	Candéal	5.268	ab	3.815	bcde
ACA 601	Pan	5.257	ab	3.824	bcde
Ciccio	Candéal	5.008	ab	3.632	bcde
Abate	Pan	4.984	ab	4.309	abcde
Eronga 83	Triticale	4.885	abc	4.502	abcd
Baguette P13	Pan	4.674	bcd	5.016	a
B. Cristal	Candéal	4.637	bcde	3.526	de
Concadoro	Candéal	4.363	bcde	3.583	cde
Cananea	Triticale	4.226	bcde	3.669	bcde
Blackhull	Pan	3.776	cdef	3.271	ef
Bahiense	Pan	3.698	def	3.149	ef
Gral. Urquiza	Pan	3.544	ef	3.136	ef
Brasil	Pan	2.786	f	2.202	f
DMS		1.118			
CV		8,79			

Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas con el test de LSD ($P \leq 0,05$) dentro de cada tratamiento de fertilidad, ya que al mostrar interacción Var. x fert. se analizó por separado.

Los triticales no produjeron mayor cantidad de espigas/m² cuando se los fertilizó. El trigo ACA 601 aumentó mucho la cantidad de espigas/m² ante el agregado de fertilizante. Los trigos pan antiguos lograron igual cantidad de espigas/m² que las variedades de trigo pan moderno.

Las variedades antiguas arrojaron menor cantidad de granos por espiga que las demás variedades de trigo pan moderno excepto ACA 601 y Baguette P13, dentro de los tratamientos fertilizados. Los cuatro trigos candeales mostraron baja cantidad de granos por espiga semejante a los trigos antiguos.

Cuando no se fertilizó el trigo pan Buck Guaraní y el triticale Cananea lograron sostener mayor cantidad de granos por m². El comportamiento entre las variedades fue semejante a cuando se agregó fertilizante. Las variedades de trigo candeal responden en mayor medida a la fertilidad sosteniendo más granos por espiga. Dentro de la especie trigo pan, Buck Baqueano respondió al agregado de fertilizante.

El PMG no mostró interacción entre los factores variedad y fertilidad. Las variedades de trigo candeal junto con el triticale T830 tuvieron los mayores PMG. Las variedades de trigo pan, tanto modernas como antiguas mostraron los menores valores de PMG. Los PMG de los testigos casi siempre pesaron más que los fertilizados, esto se puede explicar porque al fertilizar se llenan granos de posiciones distales dentro de la espiga. El comportamiento entre las variedades no fertilizados fue semejante a cuando se agregó fertilizante. El cultivar Gral. Urquiza mostró el mayor peso dentro los trigos pan (Tabla 7).

El atraso de la fecha de floración no provocó una caída significativa del rendimiento en grano de los tratamientos fertilizados. Por otro lado, cuando no se agregó fertilizante, a medida que se atrasó la fecha de floración el rendimiento decayó (Figuras 1 y 2).

En la Figura 3 se observa diferencia en la intercepción de la RFA, de tres variedades utilizadas con aplicación de fertilizante. La variedad Abate no logró interceptar el 95 % de la RFA alrededor de floración, que recomiendan los antecedentes bibliográficos para lograr un buen rendimiento. Sin embargo, rindió 4.984 kg/ha no diferenciándose estadísticamente de ACA 601, que tuvo un rendimiento de 5.257 kg/ha con una intercepción cercana al 95% y además con mayor duración en la captación de la radiación. Es decir, que realizar esfuerzos en captar el máximo de RFA son se vio reflejado en el rendimiento de grano, tal

como lo propone Richards (2000). La variedad Blackhull fue la que interceptó la mayor radiación alrededor de floración, sin embargo, rindió menos que las dos variedades anteriores (3.776 kg/ha).

Las especies más adaptadas a condiciones limitantes de humedad, como el triticale y el trigo candeal (Hede, 2000; Bozzini 1988) no mostraron en este ensayo una ventaja con respecto al trigo pan, posiblemente por las buenas precipitaciones registradas en el 2012 (Tabla 5).

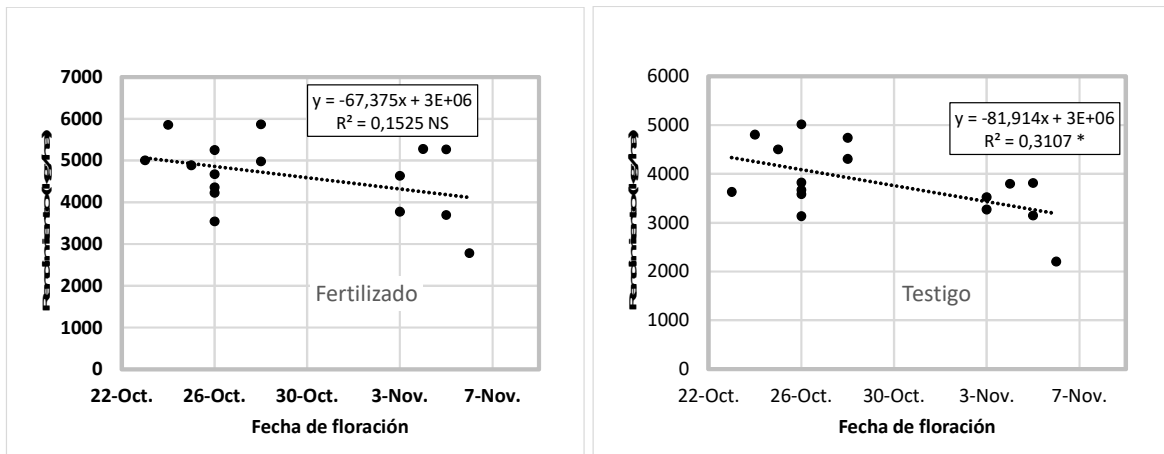
En los tratamientos fertilizados, la variedad de triticale “Eronga 83” interceptó mayor RFA en el período crítico, luego del cual tuvo una brusca caída (Figura 4). La variedad de trigo candeal Buck Cristal, llegó al 95% de intercepción de la RFA una semana previa a floración, pero después tuvo una caída notable, no llegando al 95% de intercepción en el momento de floración.

La variedad de trigo pan ACA 601 se comportó en una situación intermedia entre las anteriores. A pesar de este comportamiento diferencial entre las especies evaluadas su rendimiento no significativamente diferente (Tabla 6).

Tabla 7. Efecto de los tratamientos sobre los componentes del rendimiento.

Variedades	BIOMASA (kg/ha)		N° ESPIGAS/M ²		N° GRANOS/ESP.		FERT	TEST	FERT	TEST
	FERT	TEST	FERT	TEST	FERT	TEST				
B. Guaraní	16.607 a	13.178 abc	442 abc	382	39 a	36 a	33 efg	35 f	0,35 abcd	0,36 ab
T 830	15.910 ab	13.392 abc	351 bcd	308	37 ab	34 abc	43 bcd	46 bc	0,37 abc	0,36 ab
B.	16.875 a	12.910 abc	425 abcd	341	33 abcd	28 bcde	37 ef	39 ef	0,31 de	0,29 cdef
Cariló	14.357 abc	11.196 bc	410 abcd	341	29 cde	23 de	44 bc	48 ab	0,37 abc	0,34 abcd
ACA 601	15.428 ab	11.571 bc	525 a	373	25 ef	26 cde	39 cde	38 ef	0,34 bcde	0,33 abcd
Ciccio	12.803 bc	10.339 c	357 bcd	343	29 cde	22 e	45 ab	46 bc	0,39 a	0,35 abc
Abate	13.714 abc	11.571 bc	477 ab	392 ab	36 abc	35 ab	29 g	31 g	0,36 abc	0,37 a
Eronga 83	14.785 abc	14.089 a	347 bcd	301	36 ab	34 abc	38 def	43 cd	0,33 cde	0,32 abcde
Baguette	14.357 abc	15.267 a	408 abcd	428 a	30 bcde	30 abcd	37 ef	38 ef	0,33 cde	0,33 abcde
B. Cristal	14.250 abc	11.454 bc	338 bcd	319	26 def	21 e	51 a	51 a	0,33 cde	0,31 bcde
Concadoro	11.250 c	10.928 bc	309 cd	318	31 abcde	23 de	45 ab	48 ab	0,39 ab	0,33 abcde
Cananea	14.089 abc	12.803 abc	294 d	277	39 a	35 a	36 ef	36 f	0,30 ef	0,29 def
Blackhull	14.464 abc	13.660 abc	447 abc	340	25 ef	27 cde	33 fg	35 fg	0,26 fg	0,24 fg
Bahiense	15.107 ab	13.017 abc	408 abcd	375	25 ef	22 e	35 ef	37 f	0,25 gh	0,24 fg
Gral.	13.714 abc	11.410 bc	350 bcd	310	26 def	24 de	38 def	41 de	0,26 fg	0,27 ef
Brasil	13.928 abc	11.035 bc	448 abc	308	19 f	20 e	29 g	35 fg	0,20 h	0,20 fg
Int. Var. X	*		NS		*					
CV	9,13	11,17	13,50	12,90	8,58	11,05	5,64	4,02	5,49	7,77
DMS	3.569	3.538	144,4	112,9	7,20	7,91	5,97	4,21	0,048	0,061

Int. Var. X Fert = Interacción entre variedad y fertilidad. CV (%) = coeficiente de variabilidad. DMS = Diferencia mínima significativa. Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas con el test de LSD ($P \leq 0,05$) dentro de la misma fecha de muestreo.



Figuras 1 y 2. Relación entre la fecha de la floración y el rendimiento del cultivo.

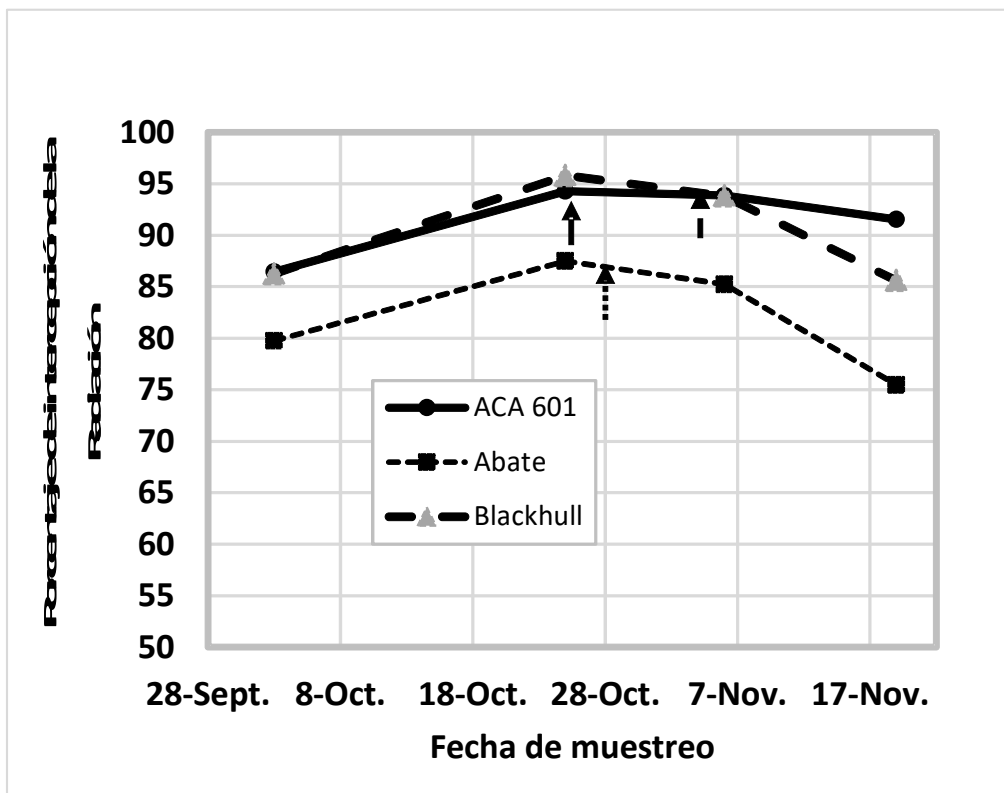


Figura 3. Evolución de la intercepción de la RFA de tres variedades de trigo pan con aplicación de fertilizante.

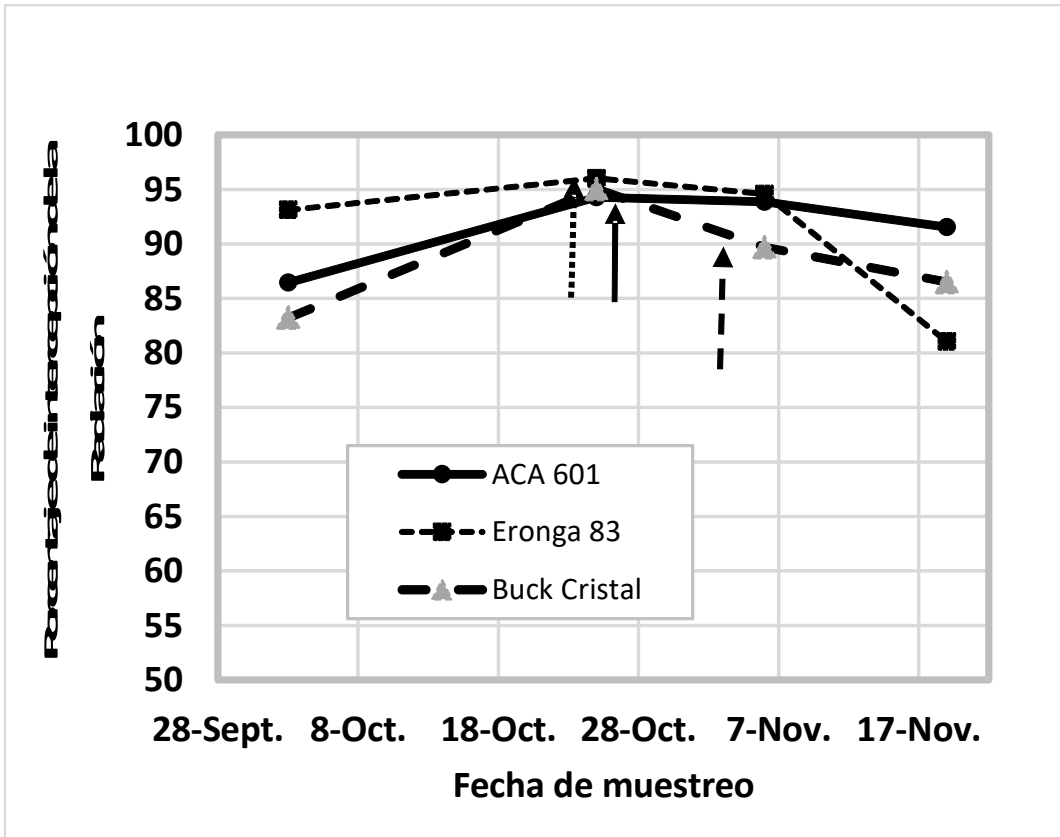


Figura 4. Evolución de la intercepción de la RFA de variedades representativas de las tres especies con aplicación de fertilizante.

En la Figura 5 se puede observar la diferencia entre la intercepción de la RFA del tratamiento fertilizado y del testigo de la variedad ACA 601, utilizada como ejemplo, fue notoria. El tratamiento testigo captó su mayor porcentaje de RFA cerca de floración, mientras que antes y después de ella la captación es mucho más baja, lo que se vio reflejado en una caída del rendimiento con respecto al fertilizado (Tabla 5)

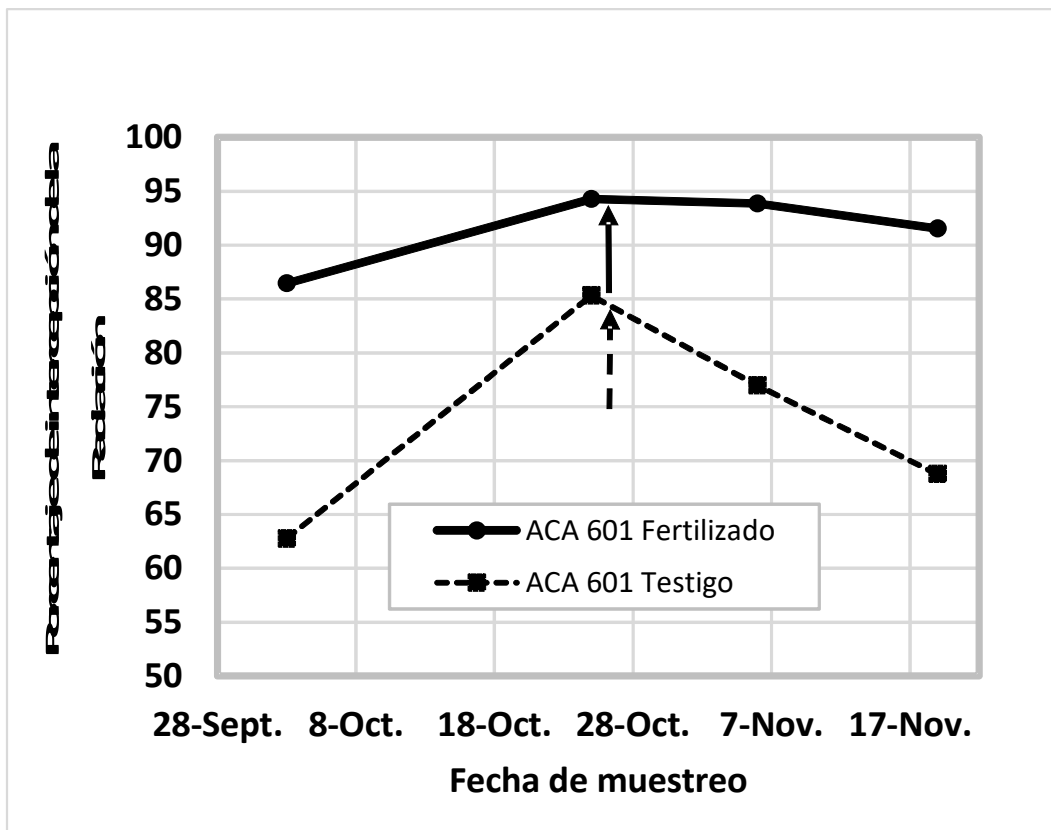
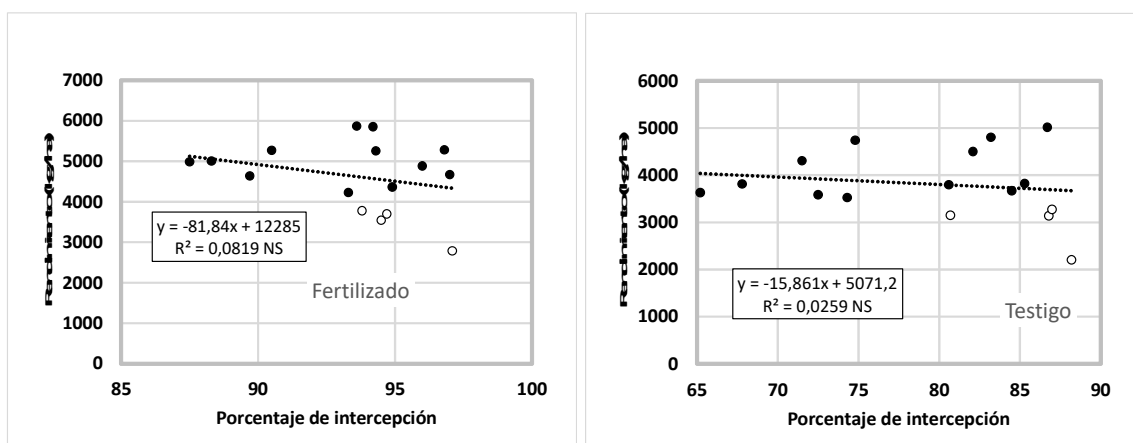


Figura 5. Evolución de la intercepción de la RFA de la variedad ACA 601 con y sin fertilizante.

En las Figuras 6 y 7 se puede observar que no hubo una relación clara entre la intercepción de la RFA y el rendimiento en grano de las distintas variedades, contrariamente a lo que menciona la bibliografía existente (Slafer *et al.*; 1999, Abbate *et al.* 2001). En los tratamientos fertilizados se lograron iguales rendimientos con una intercepción entre 87 a 97% de la RFA y en los no fertilizados se logró el mismo rendimiento entre 65% y 87% de la RFA. Los círculos vacíos muestran a las variedades antiguas de trigo pan, que habiendo captado una buena proporción de la RFA mostraron rendimientos bajos. El resto de las variedades de las tres especies no respondieron con

mayor rendimiento al aumentar la intercepción de la RFA, tanto en los tratamientos fertilizados como en los testigos, a pesar de estar dentro del período crítico que propuso Fischer (1985). En un ensayo realizado en la misma zona pero con mayores restricciones hídricas se detectó un crecimiento del rendimiento a medida que creció el % de intercepción de la radiación entre 40 y 60% valores menores que los registrados en este ensayo (Coldeira y Ruggiero, 2011).



Figuras 6 y 7. Relación entre la intercepción de la RFA y el rendimiento en grano de todas las variedades.

En trabajos realizados en otras regiones de mundo, se han encontrado variedades con mayor tasa de fotosíntesis que podrían aumentar el rendimiento, pero en condiciones de alta radiación y sin restricciones de agua y nutrientes (Gutiérrez-Rodríguez *et al.*, 2005). Aquí si bien no se registró la tasa de fotosíntesis, se pudo observar que entre genotipos antiguos y modernos de trigo no hubo diferencias significativas en la producción de biomasa. Además se ha encontrado un relación muy estrecha entre la tasa de fotosíntesis y la producción de biomasa en triticale y trigo candeal (Giunta *et al.*, 2009).

CONCLUSIONES

La hipótesis 1 no se pudo aceptar en las variedades fertilizadas ya que el atraso en la fecha de floración no significó una caída significativa del rendimiento, mientras que en los testigos el rendimiento fue afectado por el atraso de la floración. Es decir, que el agregado de fertilizantes compensaría la caída de rendimiento cuando se atrasa la fecha de floración.

La hipótesis 2 no se pudo aceptar, ya que las tres variedades de triticales mostraron mayor captación que el trigo pan, pero no así las variedades de trigo candeal en la primera fecha de muestreo. En las fechas restantes las variedades de las tres especies tuvieron un comportamiento dispar.

La hipótesis 3 se aceptó debido a que el agregado de nutrientes mejoró significativamente el porcentaje de intercepción de la RFA.

Lo planteado en la hipótesis 4 no fue aceptada ya que si bien el rendimiento de las variedades de trigo pan modernas fue mayor a las antiguas, no se pudo explicar sobre la base de la captación de la RFA. Las variedades antiguas lograron una buena captación pero bajos rendimientos.

BIBLIOGRAFIA:

- _Abbate, P. E; F. H. Andrade y J. P. Culot. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. *J. Agric. Sci.* 124:351-360.
- _Abbate, P. E; L. Lázaro; A. A. Montenegro; F. Gutheim, S. Demotes-Mainard, M. C. De Pablo y J. H. Bariffi. 2001. Potencial productivo de cultivares nacionales y extranjeros. p. 13-20. En: INTA – EEA Balcarce y FCA UNMdP, 18a Jorn. Actual. Prof. Cultivo Trigo. CIAM, Mar del Plata, Arg.
- _Aggarwal, P.K. y S.K. Sinha. 1987. Performance of wheat and triticale varieties in a variable soil water environment. IV. Yield components and their association with grain yield. *Field Crops Res.* 17:45-53.
- _Ammar K.; M.I Mergoum y S. Rajaram. 2004. The history and evolution of triticale. En: *Triticale improvement and production* Mergoum M. y H. Gómez-Macpherson (Eds). FAO Plant Production and Protection Paper N° 174. pp 1-7.
- _Austin, R. B. 1999. Yield of wheat in the United Kingdom: Recent advances and prospects. *Crop Sci.* 39:1604-1610.
- _Bell. M.A y R.A. Fischer. 1994. Guide to plant and crop sampling: measurements and observations for agronomic and physiological research in small grain cereals. Wheat Special Report 32. CIMMYT, D. F., México.
- _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. Egli, D.B. 1998. Seed biology and the yield of grain crops. CAB Int., New York.
- _Bozzini, A. 1988. Origin, distribution and production of durum wheat in the world. p. 1-16. En: G. Fabriani y C. Lintas (eds.). *Durum wheat: chemistry and technology*. Am. Assoc. Cereal Chemist Inc. St. Paul, Min. EEUU.
- _Coldeira, A. S. y A. C. Ruggiero. 2011. Parámetros morfológicos de la planta de trigo pan (*Triticum aestivum* L.) en la floración relacionados al rendimiento de grano. Trabajo final de graduación. http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tesis/a_colpar875.pdf. 23 pp.
- _Egli, D. B. 1998. Seed biology and the yield of grain crops. CAB International, Wallingford, Ing.
- _Evans, L.T. and F. Wardlaw. 1976. Aspects of comparative physiology of grain yield in cereals. *Adv. Agron.* 28: 30 1-359.
- _Evans, L. T. 1978. The influence of irradiance before and after anthesis on grain yield and its components in microcrops of wheat grown in a constant daylength and temperature regime. *Field Crops Res.* 1:5-19.
- _Fischer, R.A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *J. Agric. Sci.* 105: 447-461.
- _Gallagher JN, Biscoe PV. 1978. Radiation absorption, growth and yield of cereals. *Journal of Agricultural Sciences* 91: 221-229.
- _Giunta, F., Pruneddu, G. y R. Motzo. 2009. Radiation interception and biomass and nitrogen accumulation in different cereal and grain legume species. *Field Crops Res.* 110:76–84.

- _ Gutiérrez-Rodríguez, M.; Reynolds, M.P.; Escalante Estrada, J.A.; Larqué Saavedra, A. 2005. Algunas consideraciones en la relación entre fotosíntesis y el rendimiento de grano en trigo. *Ciencia Ergo Sum*, ISSN: 1405-0269, 12:149-154.
- _ Hede, A. R. 2000. A new approach to triticale improvement. p. 21-26. En: Research highlight of the CIMMYT wheat program, 1999-2000.
- _ INTA-Pcia. La Pampa-UNLPam. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa. Clima, geomorfología, suelo y vegetación. Buenos Aires, Arg.
- _ Mergoum, M., W.H. Pfeiffer and J.L. Crossa. 1998. Triticale mixtures: A way to improve and/or stabilize yield under adverse environments. p. 245-251. In: Proc. of the 4th International Triticale Symposium. (Ed.): P.E. Juskiw. Vol. 1. Oral Presentations. Red Deer, AB, Canada. 26-31 July 1998. International Triticale Assoc., Sidney, Australia.
- _ Monteith JL. 1977. Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B281*: 277-297.
- _ Nogués, S.; E. A. Tambussi y J. L. Arous. 2005. Adaptation to water stress: methodologies for the study of the photosynthetic response. p.461-482. En: C. Royo; M. M. Nachit; N. Di Fonzo; J. L Arous ; W. H. Pfeiffer y G. A. Slafer (eds.) Durum wheat breeding. Currents approaches and future strategies. Food Products Press, New York, EEUU.
- _ Rubiolo, O. J. y A. E. León. 2000. Propuesta de un estándar de comercialización de triticale. XV Jornadas IRAM-Universidad Córdoba, Octubre 2000.
- _ Richards, R.A. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. *J. Experimental Botany* 51:447-458.
- _ SIIA. 2017. Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Min. de Agric. Gan. y Pesca. <http://www.sija.gov.ar/>. Visitada el 4 de marzo de 2017.
- _ Simmons, S. R. 1987. Growth, development, and physiology. p. 77-113. En: E. G. Heyne (ed.) Wheat and wheat improvement. Agronomy 13., 2a edición, Am. Soc. Agron., Madison. Wis., EEUU.
- _ Slafer G. y F. Andrade. 1993. Physiological attributes related to the generation of grains yield in bread wheat cultivars released at different eras. *Field Crops Res.* 31:351-367.
- _ Slafer, G. A., Arous, J. L., and Richards, R. A. 1999. Physiological traits to increase the yield potential of wheat. In: *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. pp. 379-415. Satorre E. H., and Slafer G. A. Eds, Food Product Press, New York.
- _ Zadoks, J., T. Chang, and C. Konzak. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 15.