



EFFECTO DEL GENOTIPO Y LA FERTILIDAD SOBRE EL LLENADO DE LOS GRANOS DE LOS CEREALES INVERNALES.

Autores: Arreguy, Marcos Martín
Marzo, Lis Natalí

Director: Miguel Ángel Fernández

Facultad de Agronomía
Universidad Nacional de La Pampa
2014

INDICE

Resumen.....	3
Introducción.....	4
Hipótesis.....	8
Objetivo.....	8
Materiales y métodos.....	9
Ubicación y realización del ensayo.....	9
Evaluaciones en planta.....	11
Evaluaciones de suelo.....	11
Análisis del crecimiento del grano y análisis estadístico.....	12
Resultados y discusión.....	14
Conclusiones.....	31
Bibliografía.....	32

RESUMEN

La etapa de crecimiento de los granos de los cereales invernales, se ve influenciada por dos componentes importantes en la determinación del peso final de los mismos: la tasa y la duración del llenado. La relación entre ambos componentes y el rendimiento de grano, han sido estudiados, obteniéndose diversos resultados. En el siguiente trabajo se planteó evaluar si un tamaño mediano a pequeño del grano de los cereales invernales (con alta tasa y corta duración de llenado) es preferible al tamaño grande (con baja tasa y larga duración de llenado) para la zona semiárida pampeana y así lograr una buena calidad de los mismos. De este modo se obtendrían granos con alto peso hectolítrico y con baja tendencia al grano chuzo. Además, la fertilización mejoraría la nutrición logrando un mayor peso hectolítrico y mayor duración del llenado de los granos. Se sembraron 4 genotipos de trigo pan, 2 genotipos de trigo candeal y 3 de triticale granífero, todos ellos de ciclo semejante. Se incorporó un tratamiento de fertilidad (fertilizado y testigo). Se tomaron muestras de 5 espigas de cada tratamiento en 7 fechas de muestreo, realizándose una por semana desde el comienzo del llenado de los granos. Se observaron diferencias altamente significativas en cuanto al genotipo, la fertilidad y además hubo interacción entre las variables. El peso seco de la espiga, el número de espiguillas totales y el peso seco del total de los granos de la espiga fueron mayores para el triticale. Mientras que el peso individual de los granos fue mayor para una variedad de trigo candeal. Además se encontró que, más que la duración, es importante lograr una alta tasa de llenado de los granos. Se rechazó la hipótesis de que un tamaño mediano a pequeño del grano sea preferible a un tamaño grande, debido a que cuanto más grande es el grano, mayor es la tasa de llenado sin importar la duración del mismo. La fertilización no afectó el peso hectolítrico ni la duración del llenado de los granos.

Palabras claves: trigo, triticale, tasa de llenado y duración de llenado.

INTRODUCCIÓN

El trigo pan (*Triticum aestivum* L.), es un cultivo invernal de gran importancia a nivel nacional. La superficie sembrada en Argentina de acuerdo al promedio de las cuatro últimas campañas fue de 3.982.923 has., con un rinde promedio de 3.050 kg/ha. En los últimos años, en nuestra provincia hubo una tendencia a la disminución del área cultivada. La Pampa ha contribuido en estas últimas campañas con un 3,76% de la superficie promedio sembrada a nivel nacional, (149.937has cultivadas), con un rendimiento promedio de 2.047 kg/ha (SIIA.gov.ar. 2014).

Debido a la importancia del trigo en la alimentación, esta especie ha sido incluida en programas de mejoramiento genético con el fin de desarrollar genotipos para diversos ambientes. Para tal fin se evalúan genotipos en ensayos comparativos de rendimiento. La selección de genotipos adaptados se dificulta por la interacción entre el genotipo y el ambiente (Jordaan, 1999).

El cultivo de trigo candeal o “trigo fideos” (*Triticum durum* Desf.) tiene más de 50 años como actividad comercial en nuestro país. El mismo se inició con poblaciones introducidas por inmigrantes europeos. Posteriormente por selección y cruzamientos de esos materiales se lograron obtener las primeras variedades comerciales, que se caracterizaron por su rusticidad, altura, baja capacidad productiva, susceptibilidad a las royas en general, resistencia a los carbones y una calidad comercial e industrial sobresaliente (Jensen y Seghezzeo, 1991).

Si bien en Argentina el trigo candeal se cultiva en la región IV triguera de buenas condiciones para el crecimiento de cultivos invernales, en otros países también se cultiva en áreas con condiciones ambientales más adversas (Troccoli *et al*, 2000). Además el trigo candeal está mejor adaptado a la sequía y es más productivo en

regiones marginales que trigo pan (Bozzini, 1988). De acuerdo al promedio de las cuatro últimas campañas la superficie sembrada en nuestro país fue de 56.032has, obteniendo un rendimiento promedio de 2.765kg/ha (SIIA.gov.ar. 2014). En los últimos cuatro años no se registró superficie sembrada de trigo candeal en la provincia de La Pampa.

Los triticales graníferos actuales tienen, comparándolos con el trigo, buen potencial de rendimiento en ambientes sujetos a déficit hídricos y/o nutricionales; en otras palabras, el triticales es apto para ambientes con bajos costos de producción (Ramacciotti *et al.*, 2010). Dada la demanda creciente de alimentos el triticales se constituye en una interesante alternativa para la nutrición humana. Entre los aspectos nutritivos del grano de triticales se destacan el porcentaje de energía metabolizable y la composición proteica (especialmente lisina) siendo su harina posible de utilizar en la elaboración de productos que requieren harinas débiles y extensibles, tales como galletitas, tortas, tortillas y obleas (Ramacciotti *et al.*, 2010). De los productos mencionados, se destacan la producción de galletitas dado que representan el 8% del consumo total de harinas (Pantanelli, 2000).

Si bien se conducen programas de mejora genética, aún no se han obtenido granos con buena calidad industrial debiéndose mejorar la textura del endosperma, el arrugamiento de los granos, el bajo peso hectolítrico y contenido de gluten (Amaya y Peña, 1991).

Otro factor que influye en las diferencias de rendimiento con respecto a otras zonas trigueras del país, es la falta de incorporación de tecnología por parte del sector primario, determinando un deficiente nivel productivo-tecnológico, generando consecuencias en la evolución de los rendimientos anuales obtenidos (Belmonte *et al.*, 2010).

El rendimiento de trigo es el resultado del número de granos por unidad de superficie y del peso alcanzado por los mismos. Varios autores han destacado la mayor importancia relativa al componente número de granos por unidad de superficie en la producción de trigo en la Argentina (Fraschina *et al.*, 2004). Sin embargo, la extensa región triguera argentina tiene ambientes de producción que permiten una distinta expresión del llenado de grano. El peso final del grano es la consecuencia de una tasa de acumulación de materia seca y de la duración total del periodo de llenado (Fraschina *et al.*, 2004). La bibliografía referida al tema menciona los efectos del ambiente sobre esta etapa y con menor frecuencia se refiere a diferencias entre variedades (Fraschina *et al.*, 2004).

El período de crecimiento del grano de trigo se inicia con la fecundación del óvulo antes de la antesis y finaliza cuando cesa la acumulación de materia seca (madurez fisiológica), que ocurre alrededor de un contenido de humedad en el grano del 35-40%. A partir de ese momento, el peso del grano decrece por pérdida de humedad hasta alcanzar un valor que permita su cosecha (Fraschina *et al.*, 2004). La acumulación de materia seca sigue una dinámica logística con un período de muy lenta acumulación seguido por un período de crecimiento lineal y por último una declinación hasta cesar su crecimiento (Calderini *et al.*, 2010). En el periodo de crecimiento del grano se pueden detectar dos componentes, la tasa y la duración. En los programas de mejoramiento de trigo se aprecia germoplasma de distintos orígenes que potencialmente podrían ser de utilidad en la generación de ideotipos adaptados a distintas secuencias de cultivo (Fraschina *et al.*, 2004).

Se han propuesto funciones polinomiales y asintóticas para analizar el crecimiento. Las que ofrecen una mejor interpretación biológica son las asintóticas,

entre las que se destacan las funciones monomolecular (exponencial negativa), Logística, Gompertz y Richards (Hunt, 1982).

El más importante es el modelo Logístico, también conocido como curva de Verhulst-Pearl, y ha sido utilizado para muchos fines, entre ellos, para estudiar la dinámica de crecimiento en plantas, tejidos y meristemas (Jaramillo, 1986).

La adaptación del trigo a la amplia región del cultivo requiere que su desarrollo fenológico se adapte a cada ambiente, siendo primordial que la antesis suceda en un momento de bajo riesgo de heladas, como así también que el llenado de los granos ocurra en momento de bajo estrés hídrico y térmico (Fischer, 1985). Respecto del período pre-antesis, varios experimentos han demostrado que altas temperaturas afectan en paralelo el número y peso de los granos (Hunt *et al.*, 1990; Prasad *et al.*, 2008) y se ha establecido que existe una amplia superposición en la determinación de ambos componentes del rendimiento entre el estado de bota y el cuaje de los granos (Ugarte *et al.*, 2006). El peso del grano sería afectado por altas temperaturas en pre-antesis principalmente como consecuencia de una reducción en el peso de los carpelos (Calderini *et al.*, 1999a, b; Calderini *et al.*, 2001).

En pos-antesis la disminución del peso de los granos ha sido asociada con acortamiento del período de llenado, reducción en la tasa de crecimiento de los granos (Sofield *et al.*, 1977; Gibson *et al.*, 1999; Hunt *et al.*, 1990), reducción del número de células del endosperma y baja acumulación de almidón (Nicolas *et al.*, 1984). Otros determinantes del peso de los granos como el máximo contenido hídrico (Pepler *et al.*, 2006) y la expresión de expansinas identificadas en granos de trigo en crecimiento (Lizana *et al.*, 2010), podrían ser sensibles a altas temperaturas, afectando el peso final del grano. Por otra parte, las consecuencias de temperaturas moderadamente altas sobre los rasgos de calidad (especialmente sobre la concentración de proteínas en los granos),

durante el período pre-antesis no han sido documentadas. Durante el llenado de granos, los golpes de calor han mostrado efectos positivos sobre la concentración de proteína en los granos debido al mayor efecto relativo de la temperatura sobre la síntesis de almidón (Lingle *et al.*, 1984), pero temperaturas moderadamente altas (15-27°C) han inducido sólo pequeños cambios (0,7-2,2%) en la concentración de proteína de los granos (Wardlaw, 2002).

La fertilización nitrogenada aumenta la acumulación, la removilización y el nitrógeno absorbido post-antesis. El factor con mayor influencia en el fenómeno de panza blanca es la baja fertilización nitrogenada en variedades sensibles. La aplicación de nitrógeno disminuye el porcentaje de panza blanca de 80% hasta 2% dependiendo de la dosis y la fecha de aplicación (Gianibelli *et al.*, 1991). Aunque existen diferencias genéticas entre variedades de trigo duro en relación con el carácter panza blanca, en todas se reduce este factor al incrementar la dosis de nitrógeno. (Ryan *et al.*, 1997). La fertilización afecta el desarrollo del llenado del grano de trigo dependiendo del tipo de trigo sembrado (Golik *et al.*, 2007).

Hipótesis: un tamaño mediano a pequeño del grano de los cereales invernales (con alta tasa y corta duración de llenado) es preferible al tamaño grande (con baja tasa y larga duración de llenado) para la zona semiárida pampeana y así lograr una buena calidad de los mismos. De este modo se obtienen granos con alto peso hectolítrico y con baja tendencia al grano chuzo. Además, la fertilización mejorará la nutrición de manera de lograr un mayor peso hectolítrico y mayor duración del llenado de los granos.

Objetivos: -Evaluar la tasa y la duración del llenado de grano de las 3 especies: *Triticum aestivum* L. (trigo pan), *Triticum durum* Desf. (trigo candeal) y *XTriticosecale* Wittmack (triticale).

-Determinar si la aplicación de fertilizante afecta el llenado de grano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y realización del ensayo

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la UNLPam a 11 km al norte de la ciudad de Santa Rosa (36° 46' S y 64° 17' W), a 210 msnm. El suelo se clasifica como un Haplustol éntico (Soil Survery Staff, 1975).

El ensayo se sembró el 28 de junio de 2012 en parcelas de 6m de largo x 7 surcos a 0,20m entre hileras, en un diseño en bloques completamente aleatorizados. La labranza del lote se realizó por métodos convencionales, con un barbecho previo a la siembra que se inició en febrero. El 17 de septiembre se realizó una aplicación de 120 cm³/ha de dicamba, 6,5g/ha de metsulfuron, 120 cm³/ha de coadyuvante con el cual se pudo observar un claro efecto para el 25 de septiembre sobre las malezas.

La utilización de variedades dentro de cada especie es necesaria para verificar variabilidad genética dentro de las mismas. Al triticale se lo incluyó porque ha mostrado buena performance y rendimiento en un amplio rango de condiciones ambientales (Fernández, 2007 y 2008).

Se sembraron 4 genotipos de trigo pan, 2 genotipos de trigo candeal y 3 de triticale granífero, todos ellos de ciclo semejante para que la floración ocurra en forma simultánea aproximadamente a fines de octubre en todos los cultivares. La procedencia de las variedades elegidas fue de criaderos argentinos, italianos y del CIMMYT de México. (Cuadro 1).

En el Cuadro 1 se mencionan las características del grano de cada una de las variedades.

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.

CUADRO 1. Variedades a utilizar.

Variedad	Especie	Características del grano	Origen	Año de inscrip.
Buck Cristal	Trigo candeal	Alto peso - Alto PH*	Argentina	1988
Concadoro	Trigo candeal	Alto peso - Alto PH	Italia	2007
Gral. Urquiza	Trigo pan	Alto peso - Mediano PH	Argentina	1949
ACA 601	Trigo pan	Peso mediano – Alto PH	Argentina	2003
Baguette P 13	Trigo pan	Peso mediano - Mediano PH	Argentina	2001
Buck Guaraní	Trigo pan	Peso mediano - Mediano PH	Argentina	1994
Cananea	Triticale	PH bajo – peso mediano	CIMMyT	1979
830 (37ITYN05)	Triticale	PH bajo – peso mediano	CIMMyT	**
Eronga 83	Triticale	PH bajo – peso mediano	CIMMyT	1983

* = Peso hectolítrico.

** = No se conoce si ha sido registrada como variedad.

Se incorporó un tratamiento de fertilidad (fertilizado y testigo). El tratamiento fertilizado se realizó con nitrógeno y fósforo. El fósforo fue aplicado como fosfato di amónico a la siembra (50kg/ha) y se agregó, además, nitrógeno como urea al macollaje (100kg/ha).

La determinación de la fecha de ocurrencia de los estados fenológicos se basó en la clave decimal de estados descriptos por Zadoks *et al.* (1974): a) Estado 65: anthesis, b) Estado 89: madurez fisiológica.

Se tomaron muestras de cinco espigas de cada tratamiento (fertilizado y testigo) en siete fechas de muestreo, realizándose una por semana desde el comienzo del llenado de los granos. Las mismas fueron tomadas del centro de la parcela de manera que estuviesen en plena competencia por luz, agua y nutrientes con los individuos

adyacentes. Se procedió a la trilla de las espigas, discriminando 10 granos de las espiguillas centrales de la espiga respecto del total de los granos.

Evaluaciones en planta

La recolección de espigas se realizó de forma manual en las siguientes fechas de corte:

- 26/10/2012
- 06/11/2012
- 13/11/2012
- 21/11/2012
- 27/11/2012
- 03/12/2012
- 11/12/2012

El peso de las espigas como así también el de los granos fue tomado a peso constante (14% de humedad), luego da haber secado el material previamente cortado en una estufa de circulación forzada durante 48 horas a 60°C y corregido. El peso de espigas y grano se determinó con balanza de precisión.

Evaluaciones de suelo

Humedad: se determinó por el método gravimétrico en los dos momentos claves del desarrollo del llenado del grano: Z65 y Z90 (Zadoks *et al.*, 1974). El uso consuntivo de agua (UC) en el período fue calculado como:

$UC = \text{Lluvias en el período} + \text{agua útil (AU) al final del período} - \text{AU al inicio del período}$

El AU fue determinado por la diferencia entre el porcentaje de agua total al momento del muestreo y el porcentaje de agua a punto de marchitez permanente teniendo en cuenta la densidad aparente del suelo. Esta última fue calculada por medio

del método del cilindro resultando en: 1,2g/cm³; y el punto de marchitez permanente fue determinado en 4,8% de agua por el método de la membrana de presión.

Fertilidad química: el muestreo de suelo se llevó a cabo el 11 de abril y el análisis arrojó un resultado de 16,1ppm de N-NO₃⁻ y de 8,8ppm de Bray I.

Análisis del crecimiento del grano y análisis estadístico

Se utilizó la función Logística para comparar las curvas de llenado como modelo matemático, que según Darroch y Baker (1990), muestran el mejor ajuste.

$$Y = \frac{\alpha}{1 + \beta e^{-\gamma t}}$$

Donde:

- Y: peso seco en un momento determinado de la curva logística.
- α : representa el peso promedio a la madurez fisiológica del grano.
- e: es la base de los logaritmos naturales.
- β, γ : son parámetros que indican cuán rápido crece la curva.
- t: tiempo que dura el proceso.

Los parámetros de las curvas logísticas serán determinados con el paquete estadístico INFOSTAT, versión 2011p.

La tasa de llenado fue determinada a partir de esta ecuación, mediante la forma descrita por Santiveri, (2001) y Santiveri *et al.*, (2002). Se calculó a la mitad del peso máximo “ α ”, cuando la pendiente de la tangente supuestamente es máxima:

$$\text{Tasa (mg/d)} = \frac{\gamma \alpha}{4}$$

La duración del llenado de grano se considera hasta el momento en que alcanza el 95% de su peso y se obtiene por sustitución en la fórmula siguiente:

$$\text{Duración (d)} = \frac{\beta + 2,944}{\gamma}$$

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).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 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 meses anteriores determinaron que el UC determinado por el método gravimétrico fuera elevado (desde 4,50 a 6,52 mm/d según las especies analizadas) (Cuadro 6). 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.

Cuadro 2. Caracterización climática durante el ciclo agrícola.

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
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	923,5
Lluvias de 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 promedios y los datos del año de estudio fueron proporcionados por la cátedra de Agrometeorología de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

En el Cuadro 3 se muestra el efecto del genotipo, fertilidad y la interacción entre ambas sobre el peso de los granos en cada fecha de muestreo. Se observaron diferencias altamente significativas en cuanto al genotipo (últimas seis fechas de corte), también respecto a la fertilidad y además hubo interacción entre las variables. Debido a ello, se procedió a analizar por separado el efecto del genotipo y la fertilidad en cada fecha de corte (Cuadro 4).

En el Cuadro 4 se muestra el efecto de la fertilidad (fertilizado y testigo) sobre el peso de los granos dentro de cada fecha de corte en las diferentes variedades empleadas. En el primer muestreo se tomaron únicamente cinco de las nueve variedades utilizadas, Eronga 83, 830 (37ITYN05), Cananea (triticales), Baguette P13 y Gral. Urquiza (trigo pan) ya que el resto no habían alcanzado el estado Z65 (floración). En las dos últimas fechas se analizaron ocho variedades, Eronga 83, 830 (37ITYN05), Cananea (triticales); Baguette P13, Buck Guaraní, ACA 601 (trigo pan); Concadoro y Buck Cristal (trigo candeal). Se descartó una variedad de trigo pan (Gral. Urquiza) debido al vuelco de la misma.

Cuadro 3. Efecto de la variedad, la fertilidad y su interacción sobre el peso de los granos según fecha de muestreo.

	26 oct.	6 nov.	13 nov.	21 nov.	27 nov.	3 dic.	11 dic.
Variedad	*	**	**	**	**	**	**
Fertilidad	NS	**	**	**	**	*	*
Int. Var.-Fert.	NS	*	**	*	*	NS	*
CV	45,16	21,50	14,04	10,21	11,31	10,60	9,33

** = probabilidad $\leq 0,0001$; * = probabilidad $\leq 0,05$; NS = no significativo.

Para la fecha 26/10 el peso de los granos de las variedades de triticale, Eronga 83, 830 (37ITYN05) y Cananea fue mayor al de las variedades de trigo pan, Baguette P13 y Gral. Urquiza en el tratamiento fertilizado, estableciéndose diferencias

significativas entre las dos primeras variedades de triticale y entre estas y la variedad Baguette P13 resultando en el peso más liviano. El resto de las variedades no presentaron diferencias significativas entre ellas. Respecto al tratamiento testigo, no presentó diferencias significativas entre variedades.

El corte correspondiente al 6/11, tratamiento fertilizado, demostró un peso superior del grano para la variedad Concadoro (trigo candeal) siendo significativo el resultado respecto a las variedades de triticale, de trigo pan y la restante de trigo candeal estableciéndose esta última (Buck Cristal) como la de peso significativamente más liviano respecto a Concadoro, Eronga 83 y 830 (37ITYN05). Por su parte, en el tratamiento testigo la variabilidad en los pesos de los granos fue superior. El triticale 830 fue significativamente más pesado y Baguette P13 (trigo pan) y Buck Cristal (trigo candeal) los más livianos respectivamente. Entre las restantes variedades se encontraron diferencias significativas y no significativas que se muestran en el Cuadro 4.

El tratamiento fertilizado del corte realizado el 13/11 mostró un mayor peso del grano en la variedad Concadoro (candeal) y un menor peso del mismo para Cananea (triticale), ambos resultaron significativamente diferentes entre ellos y con el resto de los genotipos, a su vez, entre estos, no se observaron diferencias significativas. El tratamiento testigo, como en la anterior fecha, mostró gran variabilidad. Nuevamente el triticale 830 fue el de peso superior del grano y Buck Cristal (candeal) el de peso inferior. Entre las demás variedades se encontraron diferencias significativas como así también no significativas, aspecto detallado en el Cuadro 4.

Las variedades 830 (37ITYN05) (triticale), Concadoro (candeal) y Gral. Urquiza (pan) determinaron granos significativamente más pesados para la fecha 21/11, tratamiento fertilizado. Cananea (triticale), ACA 601 y Buck Guaraní (pan) resultaron en pesos más livianos pero solamente Cananea fue significativamente inferior al resto.

Para el testigo de la misma fecha, el triticale 830 y el trigo candeal de la variedad Concadoro arrojaron los mayores pesos determinando diferencias significativas con las restantes variedades, siendo dos variedades de trigo pan (Baguette P13 y Buck Guaraní) las que dieron el peso más liviano.

El 27/11 el mayor peso de los granos para el tratamiento fertilizado estuvo relacionado, nuevamente, al triticale 830 y el menor al triticale Cananea mostrando diferencias significativas entre estos y por otra parte entre ellos y el resto que arrojaron un peso intermedio. En cuanto al testigo el mayor peso lo registró una variedad de trigo candeal (Concadoro) y el menor, una variedad de trigo pan (Buck Guaraní). La diferencia entre ambas fue significativa, entre el resto de los genotipos encontramos diferencias significativas y no significativas entre ellas y con las mencionadas anteriormente (Cuadro 4).

La anteúltima fecha de muestreo (3/12) mostró semejanzas en cuanto a los pesos de los granos para el tratamiento fertilizado y testigo. Los valores superiores fueron para el triticale 830 y el trigo candeal Buck Cristal, sin embargo, Eronga 83 y Concadoro también arrojaron los mayores valores para el tratamiento testigo. De acuerdo a los valores de peso inferiores, estos lo registraron Buck Guaraní y Cananea en el fertilizado; y además de los anteriores también lo hizo Baguette P13 para el testigo. Todas fueron diferencias significativas entre ellas.

Finalmente el 11/12 se realizó el último corte y de acuerdo al análisis establecido para ambos tratamientos de fertilidad la variedad 830 (37ITYN05) y la variedad Buck Cristal (candeal) registraron los pesos superiores del grano con diferencias significativas respecto al resto. Por su parte, el menor peso para el tratamiento fertilizado lo presentó el triticale Cananea; y para el tratamiento testigo el menor peso lo registraron las variedades Buck Guaraní y ACA 601, ambas de trigo pan.

Mediante la observación del Cuadro 4, se puede afirmar que, salvo unas pocas excepciones, el tratamiento testigo presentó pesos de granos más elevados que el tratamiento fertilizado, tendencia que se repite en todas las fechas y variedades.

En el Cuadro 5 puede observarse el análisis de la estructura de las espigas y de los granos de las distintas especies, discriminado por tratamiento de fertilidad. La variedad Gral. Urquiza fue descartada en el ensayo ya que no se realizó el corte de espigas de la misma en las dos últimas fechas de corte debido al vuelco de los tratamientos.

Las mayores diferencias en el peso seco total de las espigas a madurez fisiológica (Z90) se observaron entre las especies aunque también hubo variaciones entre los cultivares de una misma especie (Cuadro 5). El mayor peso seco de la espiga fue para triticales, mientras que el menor perteneció al trigo pan, esta situación fue similar para ambos tratamientos de fertilidad. Dentro de las variedades de cada especie, Eronga 83 arrojó el mayor valor y Baguette P13 el menor. El trigo candeal mostró valores intermedios. Estos resultados disienten con lo encontrado por Bortolotti y Fuhr (2012), donde el trigo candeal arrojó los valores más altos.

El número de espiguillas totales, en ambos tratamientos, también fue mayor en el triticales. El trigo candeal presentó el menor número de espiguillas totales junto con Baguette P13 (trigo pan). Dicha información concuerda con lo obtenido por Bortolotti y Fuhr (2012).

Respecto del peso seco del total de granos de la espiga, se observa claramente diferencias entre las especies: el triticales resultó el más pesado, el trigo pan el más liviano y el candeal intermedio entre ambos. Se establece una diferencia significativa entre las variedades Eronga 83 y 830 (37ITYN05) respecto a Baguette P13.

Cuadro 4. Efecto de la fertilidad sobre el peso de los granos en cada fecha de muestreo.

Fecha	26 oct.		6 nov.		13 nov.		21 nov.		27 nov.		3 dic.		11 dic.	
	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.
Eronga 83	1,15 ⁰	1,00a	8,60b	10,40bc	15,20bc	23,40bcd	30,80b	40,60abc	48,20ab	58,40ab	44,21bc	56,12a	48,61ab	48,04bc
830	0,77b	0,90a	8,40b	14,40a	19,40ab	29,20a	38,80a	43,40a	55,60a	58,40ab	60,72a	60,18a	53,41a	54,47ab
Cananea	0,68bc	0,68a	6,40bc	9,00cd	10,60c	20,80cde	25,50c	32,00cd	30,40c	45,80cd	41,06c	41,88b	37,46d	42,79cd
Gral. Urquiza	0,44bc	0,74a	7,00bc	11,25abc	19,80ab	25,80abc	39,00a	42,40ab	39,25bc	50,20bc	—	—	—	—
Baguette P13	0,38c	0,46a	6,40bc	6,80d	16,40bc	16,80ef	30,80b	31,20d	39,60bc	42,00cd	43,78bc	42,66b	38,49cd	42,09cd
Concadoro	—	—	12,60a	12,80ab	23,60a	28,60ab	38,00a	47,80a	52,40ab	59,00a	49,67b	58,25a	45,59abcd	47,81bc
ACA 601	—	—	6,00bc	6,40de	15,60bc	19,00de	29,40bc	33,00cd	43,40abc	46,60cd	45,71bc	48,25ab	47,35abc	38,95d
B. Guaraní	—	—	5,20bc	6,40de	16,80b	17,20ef	28,00bc	30,60d	39,80bc	41,00d	39,23c	43,12b	42,62bcd	38,25d
B. Cristal	—	—	3,33c	3,27e	16,20bc	12,20f	36,67a	33,20bcd	46,20ab	47,80cd	61,20a	60,03a	49,69ab	59,90 ^a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) dentro de cada fecha y fertilidad. (Test de Tuckey $\alpha = 0,05$; $n = 5$).

El análisis estadístico de la esterilidad de las espiguillas mostró un CV excesivamente alto. Por ello no se aconseja realizar una conclusión acerca de los resultados obtenidos (Cuadro 5).

No se pudieron detectar diferencias estadísticas en el número de granos por espiga para el tratamiento fertilizado. Sí hubo diferencias para el tratamiento testigo entre distintas especies, la variedad Cananea (triticale) resultó con el mayor valor, mientras que la variedad Buck Cristal (candeal) con el menor.

Sin embargo, Buck Cristal resultó con el mayor peso de los granos tanto para el tratamiento fertilizado como para el testigo, al igual que la variedad de triticale 830. Hecho que demuestra una compensación entre número de granos por espiga y peso de los mismos semejante a lo arribado por Bortolotti y Fuhr (2012). El peso más liviano en ambos tratamientos lo registraron las variedades Baguette P13 y Buck Guaraní, las restantes variedades arrojaron pesos intermedios.

En el Cuadro 6 se vuelcan las fechas calendario de la ocurrencia de floración (Z65 Zadoks *et al.*, 1974) y de madurez fisiológica (Z90 Zadoks *et al.*, 1974) de cada una de las variedades. Así mismo, se muestra la tasa de llenado de grano calculada mediante la fórmula propuesta por Santiveri (2001) y Santiveri *et al.*, (2002). La duración del llenado no se pudo calcular mediante la fórmula propuesta por Santiveri (2001) ya que el parámetro β presentó un error estándar elevado. Probablemente este inconveniente podría resolverse tomando un número de espigas mayor por cada tratamiento. Debido a ello, la duración fue determinada visualmente a través de los estados fenológicos. El agua consumida durante el llenado y el consumo diario de agua en el mismo se calculó para tres variedades: Eronga 83 (triticale), Buck Cristal (candeal) y Buck Guaraní (pan).

Cuadro 5. Características de las espigas y los granos asociados al genotipo y a la fertilidad en madurez fisiológica.

Variedad	Peso seco total de la espiga (g)		Número de espiguillas totales		Número de espiguillas estériles		Peso seco del total de granos de la espiga (g)		Número de granos totales de la espiga		Peso del grano (mg)	
	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.
ACA 601	2,57ab	2,56bcd	20,40cd	18,60bc	2,20a	0,80ab	1,89ab	1,92ab	48,4a	50,80abc	45,71bcd	48,25abc
Baguette P13	2,03b	1,98d	17,60de	15,40c	1,60ab	0,20b	1,55b	1,51b	42,6a	46,20abc	43,78bcd	42,66c
B. Cristal	3,18ab	2,95abc	19,80cde	16,80c	0,60b	1,20ab	2,27ab	2,06ab	47,4a	35,80c	61,20a	60,03a
B. Guaraní	2,83ab	2,36cd	22,60bc	21,00b	1,80ab	2,00a	2,05ab	1,73b	57,0a	48,40abc	39,23d	43,12c
Cananea	2,76ab	3,23abc	26,40a	26,00a	0,60b	0,60ab	1,82ab	2,41a	60,0a	61,40a	41,06cd	47,75bc
Concadoro	2,86ab	2,65abcd	17,00e	17,20c	0,60b	1,00ab	2,06ab	1,94ab	47,2a	41,60bc	49,67b	58,25ab
Eronga 83	3,60a	3,26ab	27,00a	26,00a	0,40b	0,40ab	2,57a	2,52a	55,6a	54,60ab	47,34bc	56,12ab
830	3,56a	3,48a	24,20ab	21,60b	0,60b	0,60ab	2,53a	2,58a	49,8a	51,80ab	60,72a	60,18a
CV	20,62	15,25	6,49	7,74	69,01	93,01	21,00	15,98	17,4	15,40	6,69	11,03
DMS	1,234	0,877	2,906	3,223	1,484	1,612	0,900	0,680	18,218	15,399	6,775	12,249

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). (Test de Tukey; $\alpha = 0,05$; $n = 5$).

Además, no se observó una asociación entre el peso de los granos y el peso hectolítrico (Cuadro 5 y Cuadro 6). La primera fecha de muestreo fue el 26 de octubre para las variedades Baguette 13, Cananea, Eronga 83 y 830 (37ITYN05), debido a que se asumió que el llenado de grano podría comenzar antes, para las restantes el primer muestreo se realizó el 3 de noviembre.

Cuadro 6. Fecha de floración y madurez fisiológica, tasa y duración del llenado de los granos, consumo de agua durante el mismo período para las distintas variedades y peso hectolítrico de las mismas.

Variedad	Fecha		Período de llenado Z65-Z90 (días)	Tasa de llenado (mg/día)		Agua consumida durante el llenado (mm)		Consumo diario de agua en el llenado (mm/día)		Peso hectolítrico (kg/hl)	
	Z65	Z90		Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.
ACA601	26-oct	3-dic	38	2,07	2,20	—	—	—	—	84,2	83,4
Baguette P13	26-oct	4-dic	39	1,94	2,07	—	—	—	—	84,2	84,8
B. Cristal	3-nov	10-dic	37	2,81	2,80	241,2	223,1	6,52	6,03	82,5	81,8
B. Guaraní	28-oct	4-dic	37	1,81	1,94	222,7	180,9	6,02	4,89	82,1	82,8
Cananea	26-oct	6-dic	41	1,61	1,97	—	—	—	—	75,1	75,5
Concadoro	26-oct	5-dic	40	2,06	2,75	—	—	—	—	76,9	77,3
Eronga 83	25-oct	5-dic	41	2,16	2,60	245,2	184,5	5,98	4,50	69,6	69,5
830	24-oct	6-dic	43	2,65	2,26	—	—	—	—	74,3	73,2

El Cuadro 7 presenta los valores de la curva logística del llenado de los granos, que fueron determinados por medio del paquete estadístico INFOSTAT (2011). El parámetro α , que indica el peso máximo alcanzado por el grano cuando la curva se vuelve asintótica, registró valores similares a los que se obtuvieron mediante el peso directo de los granos tomados de las espiguillas centrales de la espiga al momento de madurez fisiológica (Cuadro 5). Como ya se mencionó anteriormente, el parámetro β arrojó un E.E. elevado razón por la cual no se pudo determinar el período de llenado por la ecuación descrita por Santiveri (2001). Por otro lado, el parámetro γ mostró baja variabilidad, lo cual permitió calcular la tasa de llenado de acuerdo a la ecuación citada.

En la Figura 1 se observan las curvas logísticas de las tres variedades de triticale incluidas en el ensayo para cada tratamiento de fertilidad. En cuanto al peso final (parámetro α), las variedades Cananea y Eronga 83 resultaron más pesadas para el tratamiento testigo respecto del fertilizado, mientras que 830 (37ITYN05) demostró lo contrario. A su vez, este último registró uno de los mayores pesos finales junto con Buck Cristal (candeal). 830(37ITYN05) y Eronga 83 resultaron más pesadas que Cananea. El parámetro γ es semejante para las tres variedades y fertilidad, mientras que β mostró un E.E. mas elevado que los demás (siendo mayor para Cananea), razón por la cual no se pudo llevar a cabo la estimación de la duración del llenado mediante la ecuación mencionada anteriormente (Cuadro 7). Sin embargo a través de la observación visual se determinó que las variedades de triticale fueron las que presentaron el mayor período de llenado (Cuadro 6). Respecto a la tasa de llenado, 830 registró el valor mas elevado de las tres variedades y el segundo mas alto comparado con el resto.

En la Figura 2 se pueden observar las curvas logísticas de las dos variedades de trigo candeal pertenecientes al ensayo. La variedad Buck Cristal arrojó uno de los valores superiores en cuanto a peso final (α) respecto a todas las variedades del ensayo, alcanzando mayor peso el tratamiento fertilizado. Por otra parte, la variedad Concadoro mostró valores intermedios similares a la variedad de triticale Eronga 83, pero en este caso el tratamiento testigo presentó el mayor peso. El parámetro β demostró un E.E. elevado para Buck Cristal. El parámetro γ fue similar para ambas variedades y fertilidad (Cuadro 7). El mayor peso final de los granos en Buck Cristal se debió a una tasa de llenado superior mas que a un largo período (Cuadro 6). Datos concordantes con los hallados por Bortolotti y Fuhr (2012).

Cuadro 7. Valores de los parámetros de la ecuación logística del llenado de los granos de las distintas variedades, determinados por el paquete estadístico INFOSTAT (2011p).

Variedad	Parámetros			Estimación		E.E.		T		Valor de p	
		Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.	Fert.	Test.
ACA 601	α	51,38	51,29	48,77	51,81	1,02	1,73	47,93	29,96	<0,0001	<0,0001
	β	32,71	68,03	48,33	39,54	11,75	10,16	4,11	3,89	0,0003	0,0008
	γ	0,15	0,20	0,17	0,17	0,01	0,01	14,36	11,64	<0,0001	<0,0001
Baguette 13	α	44,70	46,14	45,77	43,64	1,18	0,81	38,64	53,89	<0,0001	<0,0001
	β	110,51	45,46	39,32	50,38	7,79	13,48	5,05	3,74	<0,0001	0,0007
	γ	0,22	0,17	0,17	0,19	0,01	0,01	15,11	13,57	<0,0001	<0,0001
B. Cristal	α	66,46	65,84	66,28	65,94	3,64	5,40	18,19	12,20	<0,0001	<0,0001
	β	160,89	215,18	66,96	93,86	24,21	51,33	2,77	1,83	0,0127	0,0811
	γ	0,20	0,21	0,17	0,17	0,02	0,03	8,78	6,43	<0,0001	<0,0001
B. Guaraní	α	44,10	45,10	42,67	45,76	0,96	1,32	44,24	34,73	<0,0001	<0,0001
	β	37,70	57,86	39,97	36,62	11,04	8,33	3,62	4,40	0,0012	0,0002
	γ	0,17	0,20	0,17	0,17	0,01	0,01	12,15	12,97	<0,0001	<0,0001
Cananea	α	46,67	53,00	40,36	52,70	2,16	4,28	18,70	12,30	<0,0001	<0,0001
	β	43,31	59,79	41,61	24,19	21,34	8,84	1,95	2,74	0,0603	0,0112
	γ	0,14	0,19	0,16	0,15	0,03	0,02	6,29	6,26	<0,0001	<0,0001
Concadoro	α	58,53	65,46	54,90	61,21	3,20	1,96	17,16	31,18	<0,0001	<0,0001
	β	20,19	22,81	19,38	28,66	7,40	9,28	2,62	3,09	0,0157	0,0054
	γ	0,15	0,16	0,15	0,18	0,02	0,02	6,19	9,03	<0,0001	<0,0001
Eronga 83	α	59,00	66,46	54,04	61,27	4,16	3,43	13,00	17,87	<0,0001	<0,0001
	β	42,24	56,62	42,62	35,22	19,55	15,41	2,18	2,29	0,0393	0,0304
	γ	0,16	0,18	0,16	0,17	0,03	0,03	6,26	6,69	<0,0001	<0,0001
830	α	63,90	72,08	66,41	64,78	3,66	3,42	18,16	18,95	<0,0001	<0,0001
	β	94,03	40,64	44,35	17,92	15,38	5,27	2,88	3,40	0,0076	0,0023
	γ	0,21	0,16	0,16	0,14	0,02	0,02	8,47	7,55	<0,0001	<0,0001

Observaciones: α = alfa; β = beta y γ = gamma. E.E = error estándar; T= valor de la prueba T de Student; p = probabilidad. Los valores resaltados muestran los no significativos.

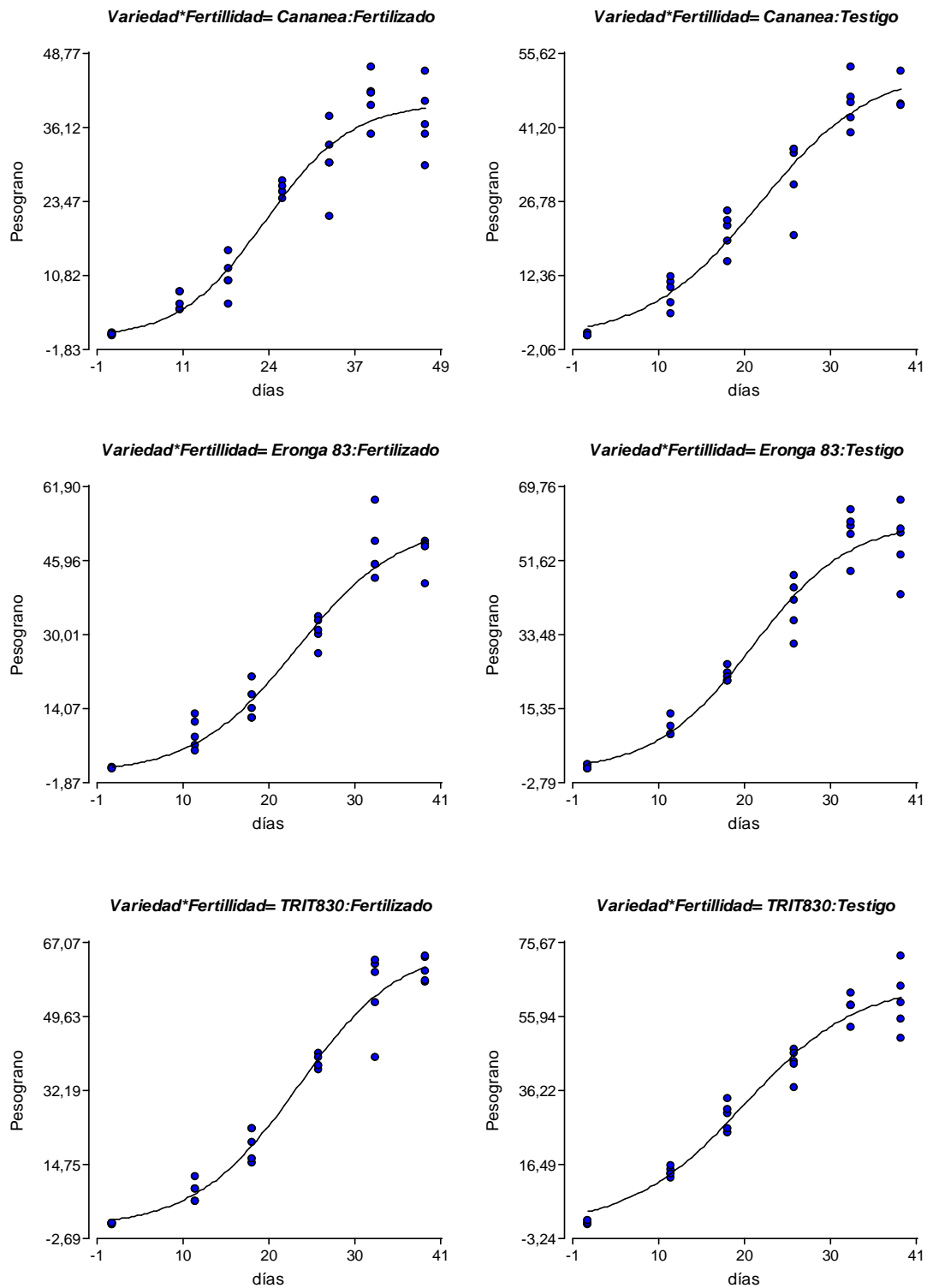


Figura 1. Curvas del llenado de los granos de las variedades de triticale de acuerdo a la fertilidad.

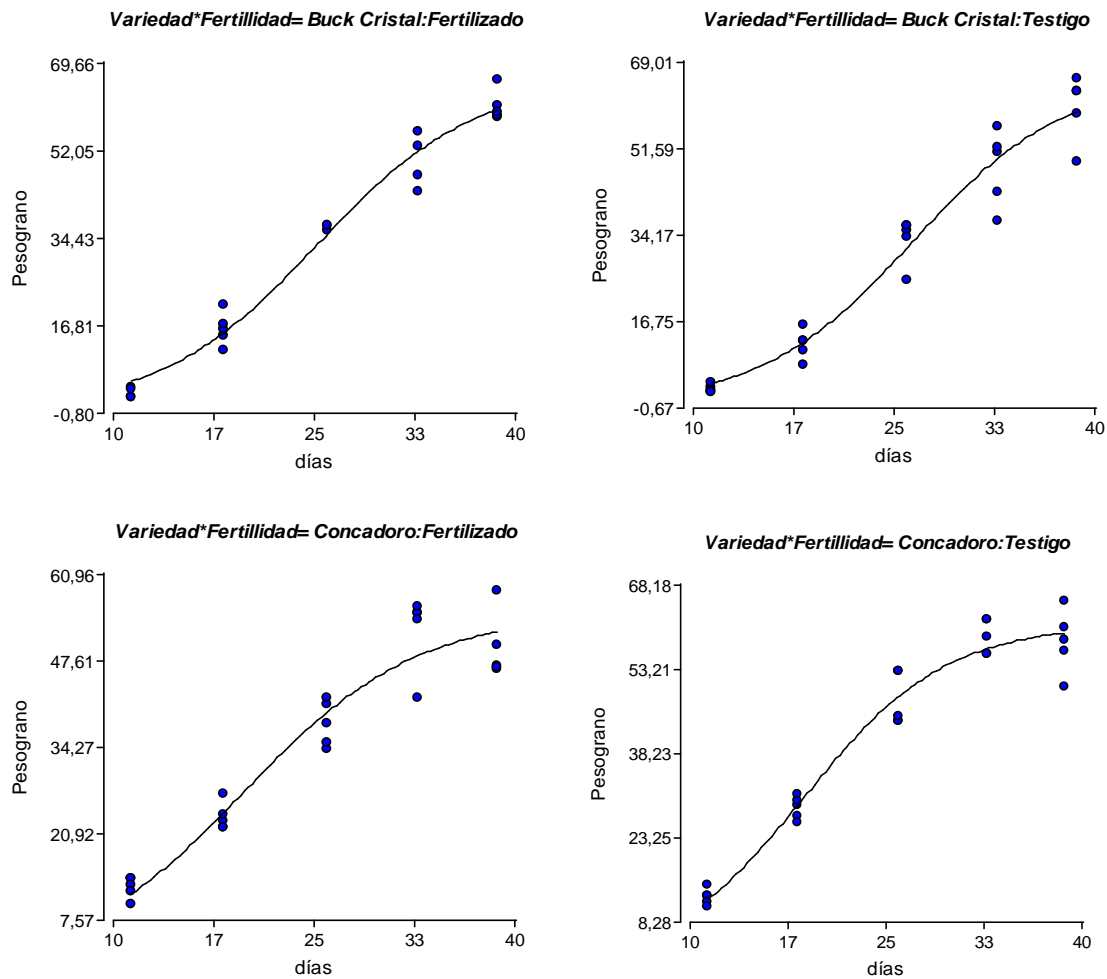


Figura 2. Curvas del llenado de los granos de las variedades de trigo candeal de acuerdo a la fertilidad.

La Figura 3 muestra las curvas logísticas de las tres variedades de trigo pan que finalizaron el ensayo. De acuerdo al parámetro α , Buck Guaraní fue el más liviano, luego Baguette P13 y ACA 601 el más pesado para el tratamiento fertilizado. Para el tratamiento testigo el menor peso lo arrojó Baguette P13, seguido por Buck Guaraní y ACA 601 respectivamente. Como en las demás especies, β exhibió un mayor E.E. respecto a los otros parámetros y γ fue muy semejante para las tres variedades y tratamientos de fertilidad. (Cuadro 7). La superioridad de ACA 601 en cuanto al peso final se explica por una mayor tasa y un mayor período de llenado comparado con las otras variedades de trigo pan. Buck

Guaraní presentó el menor período y la menor tasa de llenado para la especie trigo pan (Cuadro 6).

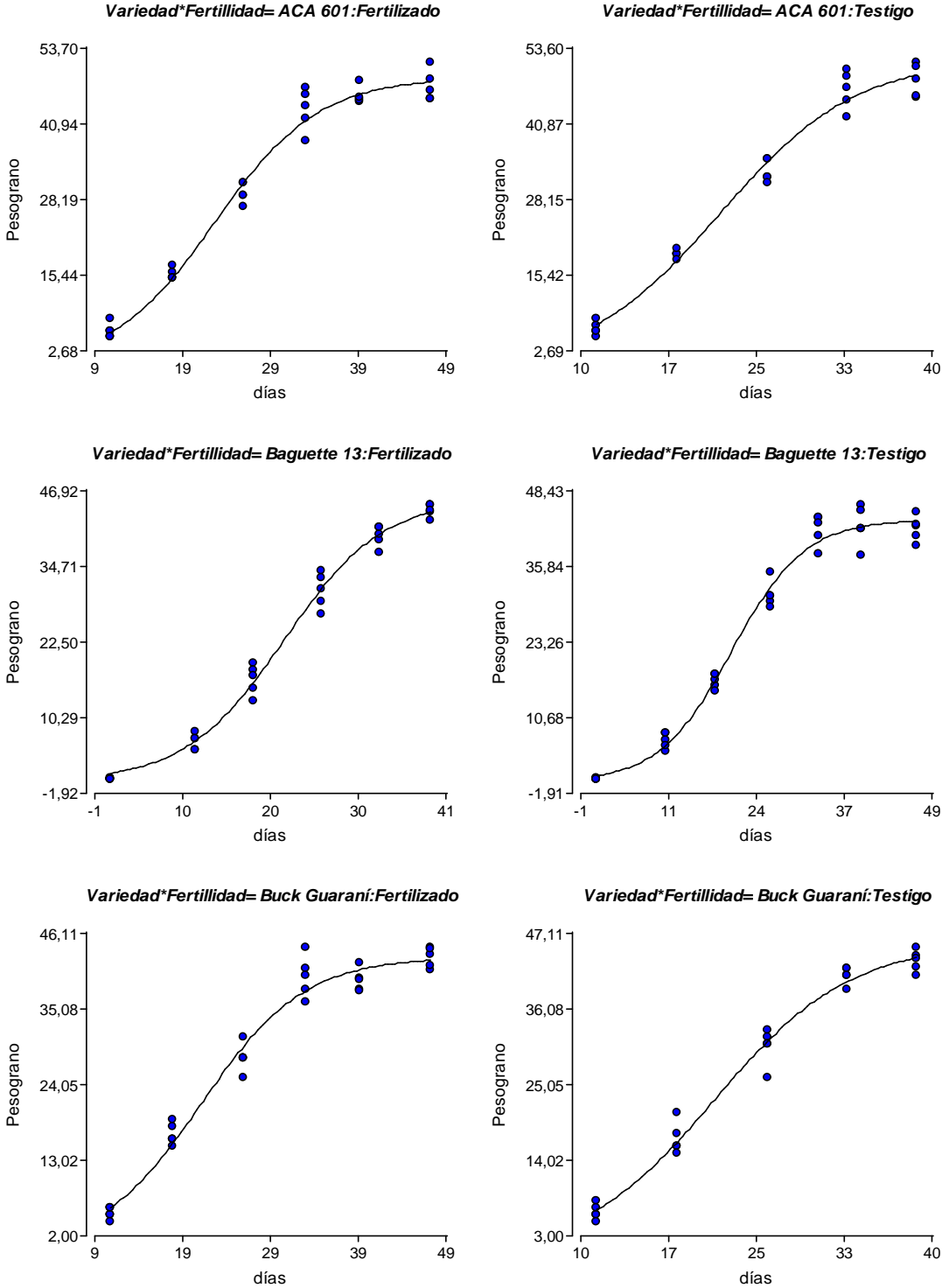


Figura 3. Curvas del llenado de los granos de las variedades de trigo pan de acuerdo a la fertilidad.

En la Figura 4 se puede observar una relación altamente significativa entre la tasa de llenado (mg/d) determinada a través de la curva logística y el peso de los granos para el tratamiento fertilizado ($R^2 = 0,9297$; $P < 0,0001$); y una asociación significativa para el tratamiento testigo ($R^2 = 0,68$; $P = 0,0012$).

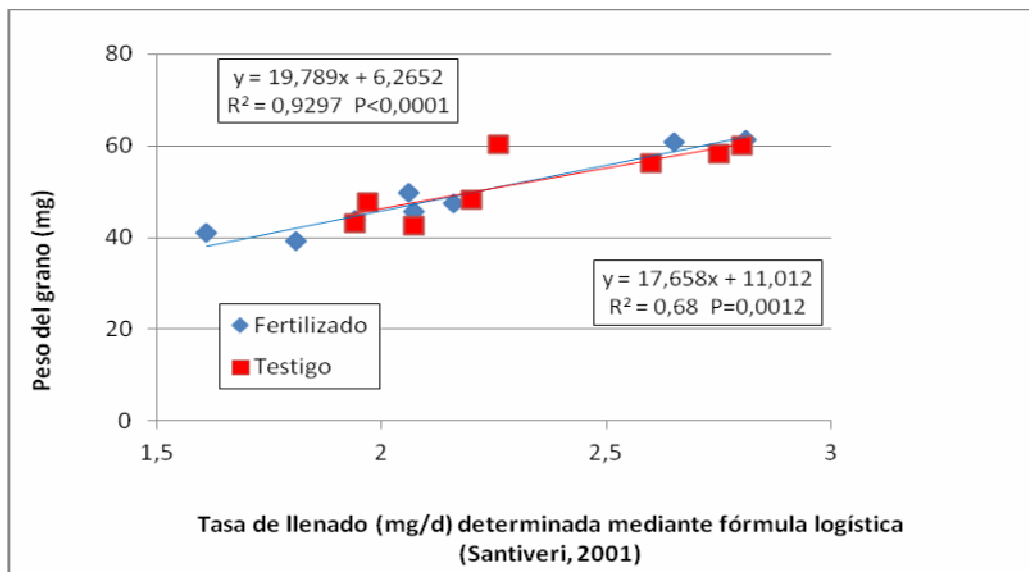


Figura 4. Relación entre la tasa de llenado de los granos y el peso de los mismos.

No se encontró una relación evidente entre la duración del llenado de los granos y el peso de los mismos para ambos tratamientos de fertilidad (Figura 5). Es decir, que para este ambiente, más que la duración del período de llenado adquiere mayor relevancia lograr una alta tasa de llenado de los granos. Una asociación similar obtuvieron Santiveri *et al.* (2002).

Del mismo modo, Wiegand y Cuellar (1981), en trigo, señalaron que, puesto que la duración del llenado está muy influenciada por la temperatura en condiciones de estrés, el peso final del grano es proporcional a la tasa. Bruckner y Frohberg (1987) indicaron la fuerte relación existente entre tasa y producción pero no con la duración del llenado. Las mayores

tasas de llenado cuando los genotipos son expuestos a altas temperaturas serían una característica destacable para el mejoramiento de trigo (Dias y Lidon, 2009).

En la Figura 6 tampoco se observa una relación entre la duración del período y la tasa de llenado de los granos, esto resulta predecible al observar las figuras anteriores donde el peso de los granos tiene dependencia de la tasa de llenado pero no de la duración del mismo. Sin embargo, existe bibliografía que sostiene una relación inversa entre la duración y la tasa de llenado trabajando con variedades de trigo pan (Nicolas *et al.* 1984, Calderini *et al.* 1999). Como así también compensaciones entre la tasa de llenado ($\text{mg}/^\circ\text{C}\text{día}$) y la duración de esta etapa ($^\circ\text{C}\text{días}$) en trigo y cebada cervecera (Álvarez Prado *et al.* 2008).

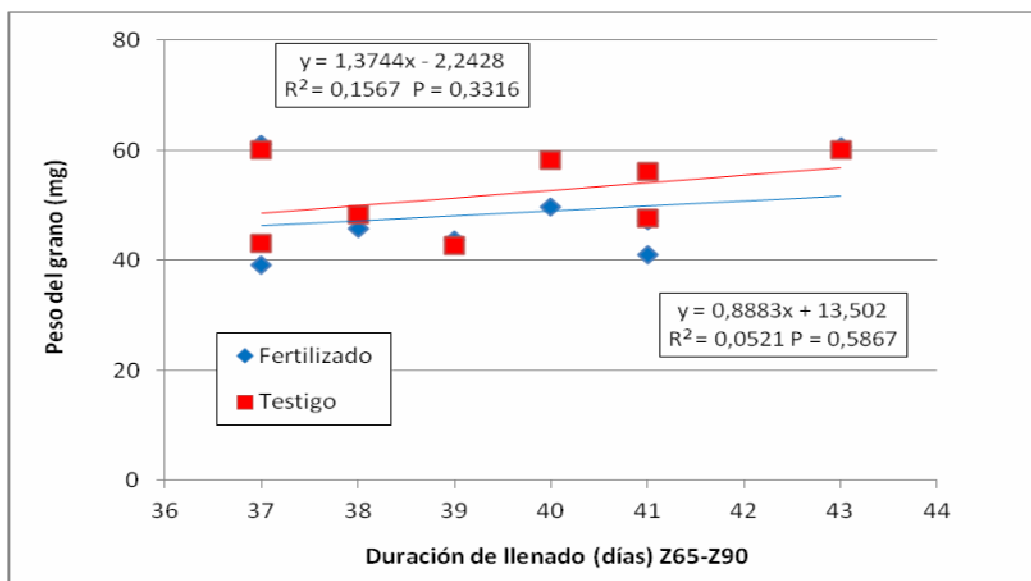


Figura 5. Relación entre la duración de llenado de los granos y el peso de los mismos.

El mayor peso de la duración o de la tasa en la producción generalmente se atribuye a las condiciones de cultivo. En ambientes limitantes, la duración del llenado es restringida y similar para todos los genotipos, con lo cual un mayor rendimiento está ocasionado por una alta tasa. En el caso inverso, esto es, en ambientes de cultivo óptimos, no existen factores que

limiten la duración del llenado, con lo cual, a mayor duración mayor producción (Santiveri, 2001).

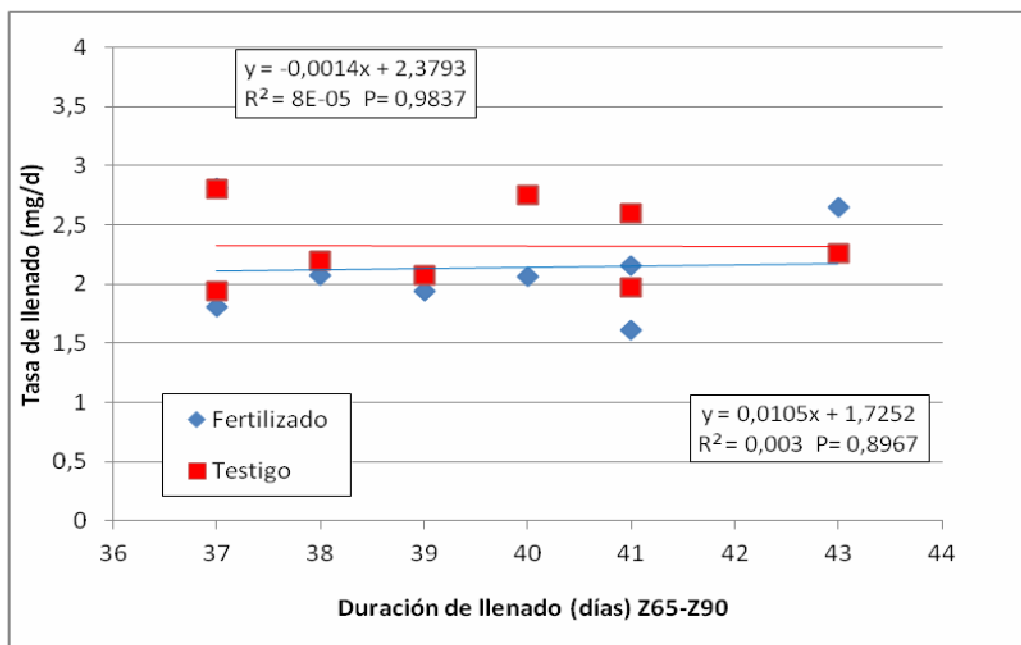


Figura 6. Relación entre la duración y la tasa de llenado de los granos.

CONCLUSIONES

Para la zona semiárida pampeana donde existen limitaciones en la duración del llenado de los granos de los cereales invernales, el tamaño del grano no sería una limitante a tener en cuenta ya que cuanto más grande es el mismo mayor es la tasa de llenado compensando así una corta duración.

Por otra parte, no se encontró una asociación entre el tamaño del grano y el peso hectolítrico de los mismos como se había planteado en la hipótesis, ya que no se pudo demostrar que un tamaño menor de grano tenga un mayor peso hectolítrico dentro de cada especie. Con respecto a la fertilidad de los tratamientos, el peso hectolítrico no se vio afectado por el agregado de fertilizante. Tampoco se aceptó la hipótesis de que el agregado de fertilizante aumentaría la duración del llenado de los granos, puesto que el peso final de los mismos está determinado por la tasa de llenado más que por el período.

Por lo tanto, para esta zona, el mejoramiento de los cereales invernales no debería descartar un tamaño de grano grande ya que compensarían el llenado de los granos en un mismo período con una tasa de llenado superior.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Prado, S., Gallardo, J.M., Kruk, B.C. y Miralles, D.J., 2008. Dinámica de llenado de granos en trigo y cebada cervecera. VII Congreso Nacional de Trigo. Actas EF8, 5pág. Santa Rosa, LP..
- Amaya, A. y R. Peña. 1991. Triticale industrial quality improvement at CIMMYT. Past, present and future. Page 412 in: Proc. 2nd Int. Triticale Symp. Berthier Grafica. Passo Fundo, Brasil.
- Belmonte, M.L.; Fernández, M.D.; Bellini Saibene Y.; Lorda H.; Fuentes M.E.; Rossi A.; Garay J. y Rivarola R., 2010. Caracterización tecnológica y productiva del cultivo de trigo y otros cereales de invierno para la región semiárida pampeana central. En: El cultivo de trigo en la región semiárida y subhúmeda pampeana. Eds. Bono, A., Quiroga, A., y I. Frasier, I Pub. Téc. N° 79. EEA. Anguil. Pp. 13-32.
- Bortolotti, G.A., y Fuhr, I.A., 2012. Efecto de la fertilidad y el genotipo sobre el llenado de los granos de diferentes variedades de trigo (*Triticum durum* y *T. aestivum*). Trabajo Final de Graduación. Facultad de Agronomía, UNLPam. Asignatura Agrotecnia. Dir. Miguel A. Fernández.
- Bozzini, A., 1988. Origin, distribution, annual production of durum wheat in the world. Pág.: 14. En: Fabriani, F y C. Lintas. Durum wheat: Chemistry and technology. Am. Assoc. Cereal Chemistry Inc. St. Paul. Missouri EE. UU.
- Calderini, D.F.; Reynolds, M.P.; Slafer, G.A., 1999a. genetic gains in wheat yield and main physiological changes associated with them during 20th century. In wheat: Ecology and physiology of Yield Determination. Eds E.H. Satorre and G.A. Slafer. New York: Food Product Press. pp 351-377.
- Calderini, D.F.; Abeledo, L.G.; Savin, R.; Slafer G.A., 1999b. effect of temperature and carpel size during pre-anthesis on potencial grain weight in wheat. J. Agric. Sci. 132, 453-459.
- Calderini, D.F.; Savin, R.; Abeledo, L.G.; Reynolds, M.P.; Slafer, G.A., 2001. The importance of the period immediately preceding anthesis for grain weight determination in wheat. Euphytica 119, 199-204.
- Calderini, D. F.; Lizana C. y Riegel, R., 2010. Determinación del peso potencial de los granos de trigo y su comparación con otros cultivos. En: Avances en ecofisiología de cultivos de granos. Eds. Miralles, D. J.; L. N. Aguirrezabal; M. E. Otegui; B. C. Kruk y N. Izquierdo. Pp: 61-89.
- Darroch, B.A. y Baker, R.J., 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes. Statistical Analysis. Crop Sci. 30, 525-529.
- Dias, A. S. y F. C. Lidon. 2009. Evaluation of grain filling rate and duration in bread and durum wheat, under heat stress after anthesis. J. Agron. & Crop Sci. 195:137-147.

-Fernández, M.A., 2007. Estrategias para mejorar el rendimiento de cereales graníferos invernales en la Región Semiárida Pampeana Central. Tesis MSc. UNS, Bahía Blanca, Arg. 139p.

-Fernández, M.A., 2008. La estabilidad del rendimiento de trigo candeal (*Triticum durum* Desf.) en la región de las planicies con tosca de la provincia de La Pampa. Rev. Fac. Agron. UNLPam, 19:41-62.

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

-Fraschina, J.; Formica, B. y Masiero, B., 2004. Caracterización del crecimiento de grano de trigo. IDIA XXI, Cereales, Publicaciones Nacionales INTA, pp 40 - 42.

-Gianibelli, M. C.; Arango C. and Sarandon S.J., 1991. Protein composition of vitreous and yellow berry bread wheat: influence of nitrogen fertilization. Pp. 765-772. in: W. Bushuk y R. Tkachuk (eds.). Glutein proteins. Am. Asoc. Cereal Chemists. St Paul. MN.

-Gibson, L.R.; Paulsen, G.M., 1999. Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth. Crop Sci. 39, 1841-1846.

-Golik, S.I. y Chidichimo H.O., 2007. Actividad radical, removilización y absorción de nitrógeno en trigo en post-antesis bajo dos sistemas de labranza y fertilización nitrogenada. Agriscientia, 24: 45-55.

-Hunt, R., 1982. Plant Growth Analysis. Studies in Biology N°. 96. The Institute of Biology's. 67 p.

-Hunt, L.A.; Poorten, G.; Pararajasingham, S., 1990. Post anthesis temperature effects on duration and rate of grain filling in some winter and spring wheat. Can. J. Plant Sci. 71, 609-617.

INFOSTAT, 2011. Infostat, versión 2001p, Grupo InfoStat FCA Universidad Nacional de Córdoba.

-Jaramillo, A., 1986. Modelos matemáticos por computador. Publicación especial. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira. 116 pp.

-Jensen, C.; Seghezzo, M. L., 1991. Jornada de actualización profesional sobre cultivos de cereales y oleaginosas alternativos. Bolsa de Cereales de Buenos Aires. En: Jornadas de actualización profesional sobre cultivos de cereales y oleaginosas alternativos. Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 1991.

-Jordaan, J. P., 1999. Breeding hybrid wheat for low-yielding environments. p. 417-439. En: E. H. Satorre & G. A. Slafer (eds.). Wheat ecology and physiology of yield determination. Food Products Press, New York, EEUU.

- Lingle, S.E.; Chevalier, P., 1984. Movement and metabolism of sucrose in developing barley kernels. *Crop Sci.* 24, 315-319.
- Lizana, C.X.; Riegel, R.; Gomez, L.; Herrera, J.; Isla, A.; McQueen-Mason S.; Calderini, D.F., 2010. Expansins expression is associated with grain size dynamic in wheat (*Triticum aestivum* L.) *J. Exp. Bot.* 61, 1147-1157.
- Nicolas, M.E.; Gleadow, R.M. and Dalling, M.J., 1984. Effects of drought and high temperature on grain growth in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 11, 553-566.
- Pantanelli, A. 2000. Galletitas. Cadena alimentaria. *Alimentos Argentina.* 14:33-38.
- Pepler, S.; Gooding, M.J.; Ellis, R.H., 2006. Modeling simultaneously water content and dry matter accumulation of wheat grains. *Field Crop. Res.* 95, 49-63.
- Prasad, P.V.V.; Pisipati, Z.; Ristic, U.; Bukovnik, Fritz, A.K., 2008. Impact of nighttime temperature on physiology and growth of spring wheat. *Crop. Sci.* 48, 2372-2380.
- Ramacciotti, J.; M. Rampo, J. Sartori y R. H. Maich 2010. Triticale para grano, opción de bajo costo en ambientes con poca agua. [www.redacción la voz del campo.](http://www.redacción.lavozdelcampo.com.ar) 02.07.2010.
- Rubiolo, O. J. y A. E. León. 2000. Propuesta de un estándar de comercialización de triticale. XV Jornadas IRAM-Universidad Córdoba, Octubre 2000.
- Ryan, J.; Nsarellah N. and Mergoum M., 1997. Nitrogen fertilization of durum wheat cultivars in the rainfed area of Morocco: Biomass, yield and quality consideration. *Cereal Res.Comm.* 24:347-352.
- Santiveri Morata, P., 2001. Influencia del hábito de crecimiento sobre el comportamiento agronómico y fisiológico del Triticale Hexaploide (*Xtriticosecale*, Wittmack). *Server de Publicaciones ISBN:84-89727-64-3.* p. 54.
- Santiveri, F.; Royo C. y Romagosa I., 2002. Patterns of grain filling of spring and winter hexaploid triticales. *Eur. J. Agron.* 16:219-230.
- SIIA. 2014. Estimaciones agrícolas. Sistema Integrado de Información Agropecuaria. www.sii.gov.ar. Visitada: mayo, 2014.
- Sofield, I.; Evans, L.T.; Cook, M.G.; Wardlaw, I.F., 1977. Factors influencing the rate and durations of grain filling in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 4, 785-797.
- Solis Moyá, E. y Díaz de León Tobías, J. G., 2001. Efecto de los factores controlables de la producción sobre el rendimiento y la panza blanca del grano en trigo duro. *TERRA Latinoamericana*, octubre-diciembre, año/vol. 19, número 004. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Pp: 375-383.
- Troccoli, A.; Borrelli, G. M.; De Vita, P., Fares, C. y Di Fonzo, N., 2000. Durum wheat quality: A multidisciplinary concept. *J. Cereal Sci.* 32: 99-113.

-Ugarte, C.; Calderini, D.F.; Slafer, G.A., 2006. Grain weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temprature in wheat, barley and triticale. F. Crop Res. 100, 240-248.

-Wardlaw, I.F. 2002. Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled enviroment. Ann. Bot. 90, 469-476.

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