



Facultad de Ciencias Agrarias

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
-MODALIDAD TESINA-

“RENDIMIENTO POTENCIAL DE VARIEDADES DE CICLO INTERMEDIO Y CORTO DE TRIGO (*Triticum aestivum*) EN LA LOCALIDAD DE CORRIENTES”

ALUMNO: Lucas Salcedo

ASESORA: Ing. Agr. (Mgter) Celsa Noemí Balbi

LUGAR DE REALIZACIÓN:

Campo Experimental y Didáctico de la Facultad de Ciencias Agrarias.
UNNE

AÑO: 2016

Resumen

El cultivo de trigo cumple un rol importante en la rotación de los sistemas agrícolas productivos, siendo una gramínea que aporta un rastrojo de buena calidad y de lenta descomposición. El rendimiento potencial en el nordeste argentino es menor que el de regiones trigueras tradicionales, como el sudeste bonaerense, debido a que las condiciones ambientales son diferentes para el cultivo, en especial la radiación solar incidente y la temperatura. El objetivo de este trabajo fue evaluar cómo se comportan tres diferentes variedades de trigo, teniendo en cuenta los factores climáticos en el periodo crítico, para determinar el rendimiento potencial del cultivo. El trabajo se realizó en la ciudad de Corrientes, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, durante el ciclo agrícola 2014. Se sembraron tres variedades, BAGUETTE 10, CRONOX y BUCK GUAPO. Las mencionadas variedades fueron sembradas el 29 de mayo, el ciclo se condujo bajo condiciones potenciales (sin limitaciones de agua, nutrientes y efectos bióticos adversos como malezas, insectos y enfermedades). Se realizó el seguimiento fenológico, y se midieron componentes ecofisiológicos y numéricos del rendimiento. Los datos fueron analizados con ANOVA y se realizaron correlaciones y regresiones entre variables. Los rendimientos oscilaron entre 4513,94 a 5802,91 Kg ha⁻¹ el peso de los 1000 granos (P1000) entre 32,83 a 36,03 g y el peso hectolítrico entre 71,15 a 75,20 Kg 100 L⁻¹. Entre los componentes ecofisiológicos del rendimiento, no mostraron diferencias significativas la eficiencia de uso de la radiación, con valores entre 3,68 a 2,05 g MS MJ⁻¹, la tasa de crecimiento del cultivo, entre 8,74 a 6,88 g MS m⁻² día⁻¹, la materia seca al inicio del período crítico, entre 508,62 a 298,69 g MS m⁻² y los índices de cosecha, entre 0,52 a 0,32. La radiación y la temperatura fueron los factores que determinaron los rendimientos del cultivo de trigo, y en algunos casos un efecto de déficit hídrico. La eficiencia en el uso de la radiación estuvo explicada por la cantidad de materia seca acumulada hasta el inicio del periodo crítico. Las tres variedades sembradas presentaron rendimientos buenos para el NEA, difiriendo entre ellas en Rendimiento, índice de cosecha y ciclo, los últimos influyen en la cantidad de rastrojo que deja y el tiempo de uso de los lotes.

Antecedentes

El cultivo de trigo cumple un rol importante en la rotación de los sistemas agrícolas productivos siendo una gramínea que aporta un rastrojo de buena calidad y de lenta descomposición (Forjan, 2012).

El rendimiento potencial en el nordeste argentino es menor que el de regiones trigueras tradicionales, como el sudeste bonaerense, debido a que las condiciones ambientales son diferentes para el cultivo, en especial la radiación solar incidente y la temperatura (Abbate *et al.*, 1994). En este sentido, cabe destacar el desarrollo que han alcanzado recientemente los cereales y oleaginosas en las regiones extra pampeanas del NEA y NOA como alternativa de diversificación, acompañando la difusión de la siembra directa, habiéndose sembrado alrededor de 5.200.000 ha de trigo en la campaña anterior (AAPROTRIGO, 2015). Esto se podría incrementar si se lograra ofrecer al mercado de trigo, tanto interno como externo, una variada gama de calidades con características bien definidas que satisfagan las demandas industriales, cada día más exigentes. El mercado interno consume 4,5 millones de tn y el resto, alrededor de 10 millones de tn, se exporta principalmente a Brasil y a países de América Latina (Nisi *et al.*, 2004).

El grupo de los cereales disminuyó su superficie sembrada a 569.134 ha, con una baja de 2,0%, respecto al período agrícola anterior.

Los resultados de la cosecha correspondiente al año agrícola 2013/2014 y sus rendimientos unitarios a nivel nacional y regional, permiten las siguientes conclusiones: La mayoría de los cereales mostraron una baja más bien generalizada en sus rendimientos, producto de las adversas condiciones climáticas tanto durante su período vegetativo como hacia la cosecha, como heladas, elevadas temperaturas en la zona central, sequía y precipitaciones a la cosecha en la zona sur. En este grupo sólo el arroz, el trigo candeal y la cebada cervecera presentaron un crecimiento anual en su producción; mientras que el trigo harinero, el maíz, la avena, la cebada forrajera, el centeno y el triticale disminuyeron su producción, respecto a la cosecha anterior. La superficie sembrada para este período (2013/2014) 254.857 mil ha con una producción total de 1.358.128,6 Tn. Y un rendimiento promedio de 5330 kg/has (INE, Informe Anual 2013).

El trigo es uno de los principales y quizás el más antiguo cultivo de la Argentina. En las primeras tres décadas del siglo pasado, la producción de trigo creció enormemente haciendo al país uno de los más importantes exportadores de trigo en el mundo. Desde entonces, y hasta los años 90, la producción de trigo se estancó por distintas razones. La aplicación de impuestos a las exportaciones, tipo de cambio bajo, una larga y continua inflación y escasez de créditos al sector, entre otros aspectos,

afectaron la producción de trigo en Argentina durante ese periodo (MAGyP, 2010). A mediados de los años 90, la desregulación de la economía agrícola y la eliminación de impuestos a la exportación crearon un marco más favorable para la producción y comercialización de trigo en Argentina. En las campañas 2002/2003 la Argentina llegó a ser el quinto país exportado, con aproximadamente un 10% de la comercialización mundial (Miro, 2004).

Por otra parte, la producción de trigo en nuestro país es afectada anualmente por diferentes factores abióticos y bióticos. Entre los primeros, revisten gran importancia el déficit hídrico y nutricional y las temperaturas extremas en el estadio crítico del cultivo. Entre los factores bióticos, las enfermedades de origen fúngico se destacan por su incidencia en años húmedos (Nisi *et al.*, 2004).

Bajo condiciones potenciales, el crecimiento del cultivo es proporcional a la cantidad de radiación interceptada (Gallagher y Biscoe, 1978). Sin embargo, la relación entre el rendimiento en grano y la radiación interceptada no es general, ya que el crecimiento en cada etapa del cultivo no aporta de igual manera al rendimiento. Los componentes fundamentales que definen el rendimiento de granos son el número de granos por metro cuadrado y el peso unitario de los mismos. El primero está estrechamente asociado a los rendimientos y su valor final queda establecido por la tasa de crecimiento en el período que va desde los 25-30 días previos a la antesis y 10 días posterior a la misma (Warrington *et al.*, 1977; -Fischer, 1985).

Por otra parte el peso unitario de los granos es función de las condiciones de crecimiento durante el llenado de los mismos (Warrington *et al.*, 1977; Gibson y Paulsen, 1999). Como la mayor parte de las variaciones ambientales inciden en el rendimiento en grano, lo cual puede explicarse por cambios en el número de granos por unidad de área (NG), Fischer (1985) focalizó el estudio de la influencia de la radiación solar y la temperatura sobre ese componente del rendimiento. Este autor encontró que el NG es una función directa de la radiación incidente e inversa de la temperatura, durante el período de preantesis; en consecuencia, definió el cociente fototermal (Q) en trigo, como la razón entre la radiación interceptada promedio y la temperatura media por arriba de 4.5 °C en los 30 días previos a antesis. El NG es el producto entre (i) el peso seco de espigas en antesis y (ii) el NG por unidad de peso seco de espigas (Fischer, 1983). El primer término puede considerarse como un estimador de la asignación de fotoasimilados que realiza el cultivo para mantener el crecimiento de las flores diferenciadas (Fischer, 1975). Este peso es el resultado de (i) su tasa de crecimiento y (ii) de la duración de su período de crecimiento, e integra los efectos de la radiación interceptada por el cultivo, la eficiencia de uso de la radiación y la partición del peso seco a espigas durante su período de crecimiento. El Q, entonces, resume los efectos de la radiación solar interceptada y el de la temperatura

sobre el peso seco de las espigas.

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. Varios autores mencionan los efectos del ambiente sobre esta etapa y con menor frecuencia se refiere a diferencias entre variedades (Abbate *et al.*, 1995). El periodo 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%. 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).

El acortamiento de la duración del periodo de llenado de los granos, por efecto de las altas temperaturas, está relacionada con la disminución de la fuente fotosintética, ya que es menor el tiempo para el suministro de asimilados a los granos (Siddique *et al.*, 1989).

El rendimiento potencial, es el obtenido bajo condiciones óptimas de manejo, sin limitaciones hídricas ni nutricionales y en ausencia de plagas, enfermedades y malezas; dependiendo de factores ambientales (radiación, temperatura, fotoperiodo y concentración de CO₂), genéticos y de sus interacciones (Magrin *et al.*, 1996).

Si bien son varios los factores que afectan el rendimiento potencial, la temperatura y la radiación son los más importantes y de mayor variabilidad espacio-temporal. Varios trabajos han demostrado la influencia de estos dos factores y el cociente entre ambos (cociente fototermal) en la determinación del rendimiento del cultivo de trigo (Fischer, 1985; Magrin *et al.*, 1996).

El periodo crítico para la definición de rendimiento es aquel periodo del ciclo del cultivo en el cual disminuciones en la tasa de crecimiento inciden marcadamente y explica en mayor medida las variaciones del rendimiento. Este periodo coincide con el crecimiento activo de las espigas y los tallos hasta el cuaje de los granos. Variaciones ambientales que ocurran con anterioridad al periodo crítico, pueden incidir indirectamente en el número de granos por metro cuadrado, el componente más importante en la definición de rendimiento (Satorre *et al.*, 2003).

En el NEA existen escasos estudios acerca del rendimiento potencial en trigo, ni de su relación con los factores ambientales vinculados con la oferta del ambiente, según el momento y la duración del periodo crítico, además de poder valorar duraciones de ciclos y sus aportes en rendimiento y biomasa a la rotación.

En relación a lo antes mencionado el presente trabajo trata de explicar el impacto de los factores ambientales sobre el comportamiento de cultivares de trigo de diferentes ciclo, implantados en la Ciudad de Corrientes, en el periodo 2014.

Objetivo general

Determinar el efecto de los factores ambientales en el rendimiento y su relación con el crecimiento de tres variedades de trigo (*Triticum aestivum*) en la localidad de Corrientes.

Objetivos particulares

- Aplicar el modelo conceptual de generación de rendimiento para producción potencial, basado en el uso de la radiación.
- Determinar las influencias de las temperaturas durante el llenado de grano.

Materiales y Métodos

Material Biológico – Características de los cultivares

Características	Cv. BAGUETTE PREMIUM 10.	Cv. CRONOX.	Cv. BUCK GUAPO
Ciclo vegetativo	Corto-intermedio	Intermedio-corto	largo
Porte vegetativo	semierecto	semierecto	Semipostrado-postrado
Capacidad de macollaje	media	media	Muy macollador
Comportamiento a vuelco	Muy bueno	bueno	bueno
Comportamiento a desgrane	bueno	Muy bueno	bueno
Características de espiga	aristada	aristada	Con bordes paralelos
Calidad comercial e industrial	Grupo 3	Grupo 2	Grupo 1
Otras características	Altura de planta: 90 cm	Altura de planta: 90 cm, Peso de 1000 semillas (g) 35, Peso hectolitrico 82	Altura a madurez: 119 cm, Peso de 1000 semillas (g) 49 Peso hectolitrico 80

Comportamiento sanitario	Moderada susceptibilidad a Roya anaranjada de la hoja	Moderadamente susceptible a Roya y Mancha amarilla. Media tolerancia a Septoria. Comportamiento muy bueno a fusarium de la espiga	Moderadamente susceptible a Septosiosis de la hoja y Fusariosis de la espiga. Susceptible a Mancha amarilla
--------------------------	---	---	---

Lugar de Realización y Tipo de Suelo

El ensayo se realizó en la localidad de Corrientes, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, durante el ciclo agrícola 2014.

El Campo Experimental (Fig. 1) está ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: latitud: 27° 28' 27.23" S; longitud: 58° 47' 00.66" O; y altitud: 50 m sobre el nivel del mar.



Fig. 1. Ubicación geográfica del ensayo experimental

El suelo está clasificado como Udipsamment álrico, mixto, hipertérmico perteneciente a la serie Ensenada Grande (Escobar *et al.*, 1994).

El clima de la región está caracterizado como subtropical o templado cálido, correspondiente a los “bosques siempreverdes” de tipo mediterráneo (Bruniard, 2000). Por sus características, según Köppen, corresponde a Climas Templados Húmedos (De Fina y Ravelo, 1985; Strahler y Strahler, 1997; Pascale y Damario, 2004).

Manejo del Cultivo

La siembra se llevó a cabo con una sembradora de ensayos de siembra directa (INTA Sombrero-Corrientes). La densidad de siembra se realizó con el objetivo de lograr 800 espigas m^{-2} .

El ensayo se condujo en condiciones potenciales, sin limitantes hídricas ni nutricionales, lo que se logró a partir de fertilizaciones y riego por goteo (Fig. 2).



Fig. 2. Detalle del riego por goteo.

Se realizaron aplicaciones de herbicida (metsulfurón metil en preemergencia), una aplicación de insecticida (cipermetrina) y una de fungicida (Amistar).

Diseño Experimental y Análisis Estadístico:

Los tratamientos, variedades, se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones (Tabla 1), en parcelas de 8 líneos, de 6 m de largo y distanciados a 17 cm entre sí.

Los datos se analizaron con ANOVA y test de comparación de medias Fisher con INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2008). Se confeccionaron figuras de las relaciones encontradas entre variables.

Tabla 1. Croquis de la parcela: ubicación de los tratamientos por variedad.

Buck guapo	Cronox	Baguette 10
Baguette 10	Cronox	Buck guapo
Baguette 10	Buck guapo	Cronox
Cronox	Baguette 10	Buck guapo

Mediciones:

Se registraron los datos climáticos de temperatura y radiación solar, en las condiciones del experimento, con un Data Logger de 8 canales (Empresa Cavadevices, Buenos Aires, Argentina), con sensores de radiación PAR, compuesto por una celda de GaAsP, con respuesta espectral en la banda comprendida entre los 400 y los 700 nm de longitud de onda y dos de temperatura (aire y suelo de -40 a +125 °C).

Se realizaron determinaciones de estadios fenológicos, según la escala adaptada de Slafer y Rawson (Satorre *et al.*, 2003). Para el cálculo de tiempo térmico, se utilizó el modelo lineal: $TT = \sum (T_{amb} - T_{base})$ donde: T_{amb} es la temperatura media diaria y T_{base} se utilizó 0 °C para las fases vegetativas y 4,5 °C para las reproductivas (Satorre *et al.*, 2003).

Se midió Intercepción de Radiación Solar Fotosintéticamente Activa (RFA) por el cultivo, utilizando un sensor lineal quantum (Cavadevices, B.A., Argentina). Se realizaron 5 mediciones por parcela, ubicadas desde el centro de un lineo, de acuerdo a la metodología propuesta por Gallo y Daughtry (1986), y en tres momentos: al comienzo y final del periodo crítico y en floración. El porcentaje de RFA interceptada por el cultivo se calculó como $[1 - (It / I0)] \times 100$ donde It es la RFA interceptada, medida entre el suelo y la primera hoja verde, e $I0$ es la RFA incidente por encima del cultivo.

Se determinó la materia seca de planta entera de 0,25 m² en tres momentos: 25 días

antes de floración, 10 días después de floración y a madurez fisiológica (separada en los tres casos en tallo, hoja e inflorescencia). El material fue secado en estufa a 65 °C hasta peso constante (aprox. 72 hs) y luego fue pesado con una balanza Denver XP300 (300-0,1 g) y Ohaus CS2000 (2000-1 g). Estas mediciones se utilizaron para calcular eficiencia de conversión o de uso de la radiación (EUR) por parte del cultivo, la que se calculó como el cociente entre la materia seca acumulada, durante el periodo crítico, y la RFA interceptada (Satorre *et al.*, 2003). Los datos de materia seca a madurez fisiológica se utilizaron para realizar el cálculo de índice de cosecha (IC). Donde: IC=Rendimiento en grano/MS total.

Rendimiento en grano: Las espigas se cosecharon manualmente para su posterior trillado mecánico. Así, se obtuvieron los granos de las distintas parcelas para sus correspondientes análisis. En grano, se evaluó peso, número y peso hectolítrico. Para el peso de grano se utilizó una balanza Denver XP300 (300-0,1 g) y Ohaus CS2000 (2000-1 g) y el peso hectolítrico se determinó utilizando la balanza de Schopper (Res. SAGPyA 1057/94).

Peso hectolítrico: se define como el peso de un volumen de 100 litros de trigo, expresado en Kg 100 L⁻¹. Es un importante factor de calidad en todas partes del mundo y está influenciado por la uniformidad, forma, densidad y tamaño del grano, además del contenido de materias extrañas y granos quebrados en la muestra. Para un mismo trigo, a mayor peso hectolítrico, mayor rendimiento de harina (Resolución SAGPyA 557/97).

El rendimiento en grano de un cultivo de trigo puede expresarse como el producto entre dos componentes: el número de granos m² y el peso de 1000 granos (GR). El número de granos m² se define alrededor de antesis y el peso de 1000 (GR) durante el periodo de llenado (Abbate *et al.*, 1994).

La radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFA int.) por el cultivo puede caracterizarse por el producto de la RFA incidente y la eficiencia de intercepción (%) de intercepción) de cada variedad (Andrade *et al.*, 1996).

Resultados y Discusión

Caracterización del ambiente productivo

La Tabla 2 muestra los valores de las variables que definieron el ambiente productivo durante el período crítico.

Tabla 2. Variables ambientales durante el período crítico. Coeficiente fototermal Q ($Mj\ m^{-2}\ dia^{-1}\ ^\circ C^{-1}$), Temperatura media del llenado ($^\circ C$), Radiación fotosintética activa incidente acumulada ($Mj\ m^{-2}$), durante un período crítico de 30 días, para tres variedades de trigo, en la ciudad de Corrientes.

VARIEDAD	Q	T° MEDIA	RFA Inc. Acum.
CRONOX	0,57	22,20	285,74
BAGUETTE 10	0,59	22,26	306,60
BUCK GUAPO	0,60	26,76	331,80

En la Fig. 3 se observan las variables meteorológicas que definieron el ambiente productivo para los períodos críticos durante la campaña de trigo 2014, presentando para la variedad de ciclo largo (Buck guapo) los mayores valores de temperatura y radiación, con respecto a las demás variedades ciclo corto-intermedio (Baguette 10 y Cronox).

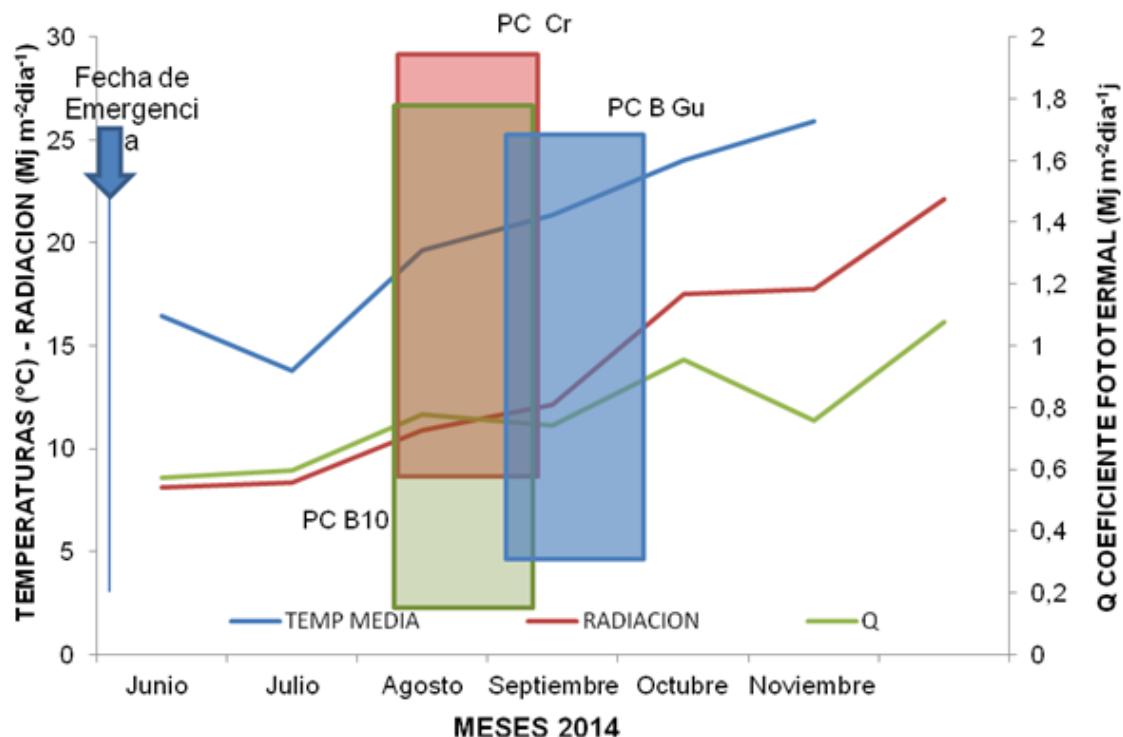


Fig. 3. Temperaturas medias ($^{\circ}\text{C}$), Radiación fotosintéticamente activa incidente diaria ($\text{Mj m}^{-2} \text{ día}^{-1}$), y Coeficiente fototermal Q ($\text{Mj m}^{-2} \text{ día}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) durante la campaña 2014 de trigo, en barras los periodos críticos de tres variedades Baguette 10 (verde), Cronox (roja) y Buck Guapo (azul).

En la Tabla 3 se observa el comportamiento en tres variedades de trigo, en una misma fecha de siembra, respecto del modelo de tiempo térmico (Satorre *et al.*, 2003).

Tabla 3. Tiempo Térmico Siembra-Emergencia, Emergencia-Antesis y Antesis-Madurez Fisiológica, para tres variedades de trigo de ciclo diferente, en la ciudad de Corrientes.

VARIEDAD	DIAS EMERG.	$^{\circ}\text{CD}$ EMERG	DIAS EM- ANT	$^{\circ}\text{CD}$ EM ANT	DIAS ANT MF	$^{\circ}\text{CD 4.5}$ ANT- MF
BAGUETTE10	5	95.2	86	1658.35	43	1011.75
CRONOX	4	75.05	88	1706.8	43	1011.75
BUCK GUAPO	10	192.45	94	1863.35	33	887.45

Días de germinación: la diferencia se observó en la variedad Buck Guapo la cual registro una mayor cantidad de días para germinar por ser una variedad de ciclo largo, 10 días, que las variedades Baguette 10 y Cronox al ser variedades de ciclo corto-intermedio, registraron 5 y 4 días respectivamente.

Período cercano a la floración: otra diferencia fue que la variedad Buck Guapo registro 94 días desde emergencia-antesis contra unos 86 y 88 días de las variedades Baguette 10 y Cronox, respectivamente. Estas diferencias también se deben al ciclo de cada variedad.

Floración: fue aproximadamente para las variedades de ciclo corto-intermedio (Baguette 10 y Cronox) entre el 18 y 21 de agosto y para la variedad de ciclo largo Buck Guapo alrededor del 20 a 21 de septiembre.

Periodo comprendido entre antesis y madurez fisiológica: con respecto a este periodo la variedad Buck Guapo registro 10 días menos que las variedades Baguette 10 y Cronox. En nuestra zona se busca que la floración del trigo ocurra entre el 21 de

septiembre y el 12 de octubre para reducir los riesgos de daños por heladas alrededor de la etapa de espigazon o de las elevadas temperaturas durante la formación de granos (INTA-EEA Rafaela-Información Técnica Trigo Campaña 2013)

Estudios realizados en el Norte Santafesino, teniendo en cuenta diferentes latitudes del país, consideran que la antesis ocurre de principios a mediados de Septiembre en Reconquista, a fines de Septiembre en Paraná y a mediados de Noviembre en Balcarce (Brach y Sosa, 2007). La floración en la ciudad de Corrientes de las variedades Baguette 10 y Cronox ocurrió entre fines de Agosto y principios de Septiembre, y para la variedad Buck Guapo a mediados de septiembre en adelante. Las temperaturas para los meses previos a la floración (Junio, Julio y Agosto) fueron en promedio 3-5 °C mayores que en Reconquista. Esta diferencia térmica acortó los días a floración en Corrientes, permitiendo comenzar el llenado de granos en una fecha temprana, con baja probabilidad de heladas tardías para la zona (Shindoi *et al.*, 2009).

La suma térmica: para el periodo emergencia-antesis fue mayor en la variedad Buck Guapo, con respecto a las otras dos variedades, por registrar mayor cantidad de días en dicho periodo, y lo contrario para el periodo antesis-madurez fisiológica, donde las variedades Baguete 10 y Cronox tuvieron valores mayores de suma térmica, por registrar mayor cantidad de días, quiere decir que la variedad Buck Guapo logró su madurez fisiológica en menos días cronológico.

La Tabla 4 muestra los componentes numéricos del rendimiento de tres variedades de trigo de ciclos diferentes, en la ciudad de corrientes, en el año 2014.

Tabla 4. Componentes numéricos del rendimiento: Análisis de la Variancia para rendimiento en grano (Kg ha^{-1}), peso 1000 granos (g) y número de granos, para tres variedades de trigo de ciclo diferente.

VARIEDAD	RENDIMIENTO	PESO 1000 GRANOS	Nº DE GRANOS
BUCK GUAPO	4513,94 A	32.83 A	13748 A
BAGUETTE 10	5428,74 AB	36,03 B	15108 AB
CRONOX	5802,91 B	33,38 A	17377,50 B
Fuente de variación		P valor	
Variedad (V)	0,0434	0,0045	0,0556
LSD (0.05)	995,83693	1,69137	2913,90685
Cv	0,39	3,10	0,36

Letra diferente diferencia significativa al 0.05

LSD= límite de diferencia mínima significativa

Cv= coeficiente de variación

Se puede notar que la variedad Cronox logró el mayor rendimiento de 5802,91 kg/ha por encima de las restantes variedades y por el contrario la de menor rendimiento fue la variedad Buck Guapo con 4513,94 kg/ha. El rendimiento potencial del cultivo de trigo está relacionado directamente con la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada (Abbate *et al.*, 1997a) e inversamente con la temperatura media (Fischer, 1985) durante el periodo de crecimiento de la espiga.

A su vez, la variedad Buck Guapo registró un peso de 1000 granos de 32,83 gr y un N° de granos de 13748, por debajo de las restantes variedades, como por ejemplo Baguette 10, con un valor de 36,03 grs y 15108, respectivamente y la variedad Cronox con un valor de 33,38 gr por cada 1000 granos.

Este menor valor del peso de 1000 GR y a su vez menor rendimiento de la variedad Buck Guapo se explica por la alta temperatura de llenado de granos registrada en su periodo crítico como se observó en la Tabla 4.

Durante el llenado de grano y a medida que aumenta la temperatura, el desarrollo se acelera más que el crecimiento, aun bajo condiciones óptimas de manejo, el rendimiento se puede reducir hasta 4% por cada un grado que aumente la temperatura media (Stapper y Fischer, 1990c) debido al acortamiento del periodo del llenado de grano.

Con respecto al número de granos, la variedad Cronox fue la que obtuvo el mayor valor de 17377,50 superando a las restantes variedades Baguette 10 y Buck guapo con valores de 15108 y 13748 respectivamente.

Con este último dato podemos explicar por qué la variedad Cronox obtuvo el mayor rendimiento frente a las restantes variedades. Numerosas evidencias sostiene que el NG es el atributo causal de los cambios en el rendimiento (Fischer, 1985), siendo por lo tanto un rasgo crítico a considerar para lograr incrementos del rendimiento potencial en trigo.

Claramente, se puede observar que debido a las condiciones climáticas de la ciudad de Corrientes, presentándose un año muy particular en el ciclo 2014, con temperaturas cercanas y en algunos días mayores a 30 grados en los primeros días de agosto y segunda quincena del mismo mes, atípicas a la estación, la variedad Buck Guapo fue la más perjudicada a pesar de presentar una buena producción de biomasa y macollamiento aceptable, pero esas altas temperaturas atípicas a la estación afectaron la tasa de crecimiento de la espiga, disminuyendo su peso (Abbate, 2001).

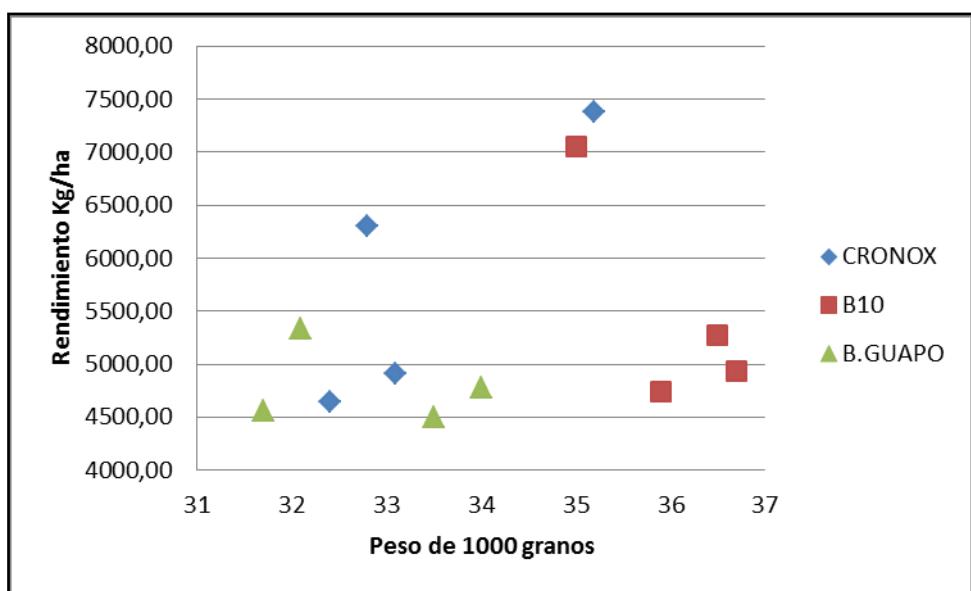


Fig.4: Relación entre el peso de granos (P1000) y el rendimiento para tres variedades de trigo, en la provincia de Corrientes, durante el ciclo 2014.

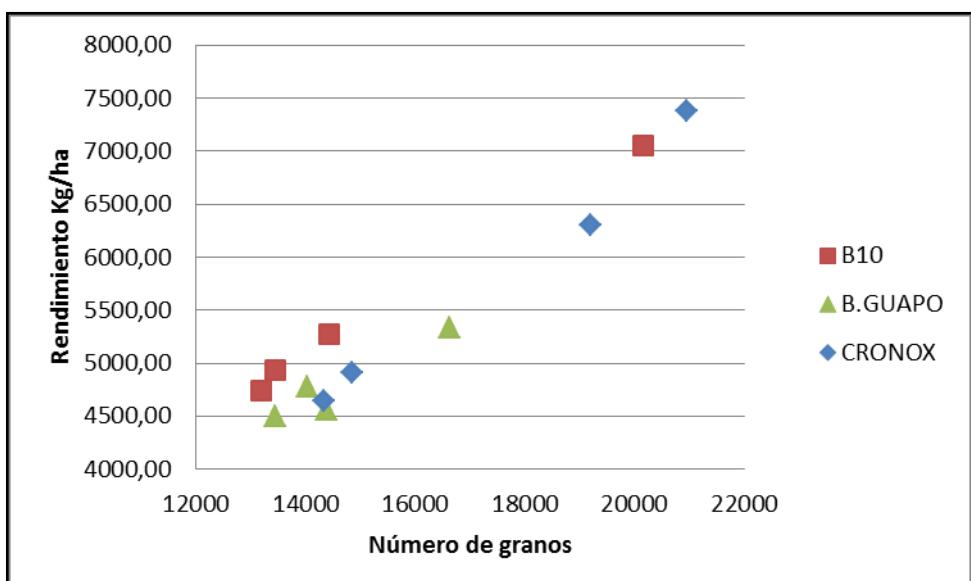


Fig. 5. Relación entre el número de granos (NG) y el rendimiento final de tres variedades de trigo, en la ciudad de Corrientes, para el ciclo 2014.

En la tabla 5 se observan los componentes ecofisiológicos del rendimiento durante el periodo de crecimiento de espigas, de tres variedades de trigo, durante el ciclo 2014.

Tabla 5. Componentes ecofisiológicos del rendimiento: Análisis de la Variancia para Radiación fotosintética activa incidente acumulada ($Mj\ m^{-2}$), Radiación fotosintética activa interceptada acumulada ($Mj\ m^{-2}$), Eficiencia del uso de la radiación ($g\ MS\ Mj^{-1}$), Tasa de crecimiento del cultivo ($g\ MS\ m^{-2}\ dia^{-1}$), Materia seca al inicio del periodo crítico ($g\ MS\ m^{-2}$) e Índice de cosecha, durante el periodo crítico, de tres variedades de trigo de, en la ciudad de Corrientes.

VARIEDAD	RFA. Inc	RFA Int.	EUR	TCC	MS Inic. PC	IC
BAGUETTE 10	306.6 B	276.78 B	2.05 A	6.88 A	342.73 A	0.50 A
CRONOX	285.74 A	259.10 A	3.52 B	8.74 A	298.69 A	0.49 B
BUCK GUAPO	331.80 C	302.46 C	3.68 B	7.39 A	508.62 B	0.30 B
Fuente de variación		P Valor				
Variedad (V)	Sd	0.0001	0.0193	0.2146	0.0277	0.0001
LSD (0,05)	0.00	9.81868	1.14230	2.26157	151.24013	0.05509
CV	0.00	2.20	23.17	18.44	24.66	7.99

Letras distintas indican diferencias significativas al 0.05

LSD= límite de diferencia mínima significativa.

CV=coeficiente de variación.

En la tabla 5 se observan los componentes ecofisiológicos del rendimiento durante el periodo de crecimiento de espigas, de tres variedades de trigo, durante el ciclo 2014.

Se puede observar que no hay diferencias significativas en los valores de RFA inc. y RFA int. de las tres variedades, ya que durante el inicio del PC, antesis y fin del PC, los valores de intercepción de radiación entre las tres variedades oscilaron entre un 89 y 91%.

Con respecto a la EUR y TCC, la variedad Baguette 10 presentó valores más bajo frente a las otras dos variedades y a estos bajos valores de EUR (2,05) y TCC (6,88)

se le atribuye el bajo rendimiento en kg ha^{-1} frente a la variedad Cronox que en este trabajo fue la de más alto potencial como se observa en la Tabla 4.

La variedad Buck Guapo presentó mayor biomasa al inicio del periodo crítico que las otras variedades, pero un IC bajo de 0,30; por lo cual tampoco expresó mayor rendimiento (Tabla 5). Esto se puede explicar debido a que el periodo de floración es muy sensible al déficit del agua, pues afecta la formación del polen y la fertilización. El número de granos puede disminuir bruscamente cuando el estrés ocurre en el periodo de crecimiento de la espiga y antesis (Hochman, 1982).

La eficiencia de conversión de la radiación fotosintéticamente activa interceptada o eficiencia en el uso de la radiación (EUR), indica la cantidad de materia seca (MS) producida por cada unidad de radiación interceptada (g MS1) (Andrade *et al.*, 1996; Brach y Sosa, 2007). Con respecto a la EUR y TCC la variedad Baguette 10 presentó los menores valores, solo hay diferencia significativa en EUR con respecto a los valores de las restantes variedades (Buck Guapo y Cronox). Con respecto al rendimiento en kg ha^{-1} la variedad Cronox en este trabajo fue la de más alto potencial como se observa en la Tabla 4.

En la Tabla 6 se observan los componentes de calidad comercial de los granos para las tres variedades de trigo de ciclo diferente, en la ciudad de corrientes en el año 2014.

Tabla 6. Componentes de calidad comercial de grano: Análisis de la Variancia para Peso hectolítrico, PH (Kg 100 L^{-1}), P1000 (g), para tres variedades de trigo de ciclo diferente, en la ciudad de Corrientes.

VARIEDAD	PH	P1000
BAGUETTE 10	74.20 AB	36,37 B
CRONOX	75.20 B	33.38 A
BUCK GUAPO	71.15 A	32,83 A
Fuente de variación		P Valor
Variedad (V)	0.0840	0.0045
LSD (0.05)	3.17366	1.69137
CV	3.16	3.10

Letras distintas indican diferencias significativas al 0.05

LSD= límite de diferencia mínima significativa

CV= coeficiente de variación

El peso hectolitrico osciló entre 75,20 y 71,15 Kg 100 L (P valor 0,0840). Las variedades Baguette 10 y Cronox quedaron calificadas dentro de los grados 1 y 2, quedando fuera de esta clasificación la variedad Buck Guapo por registrar un valor de 71,15 Kg 100 L (mínimo comercial es de 73 Kg 100 L) debido a las condiciones reinantes durante el llenado de granos. Una alternativa para esta variedad sería anticipar la fecha de siembra, para comenzar el llenado de granos con temperaturas más bajas (Abbate *et al.*, 1994).

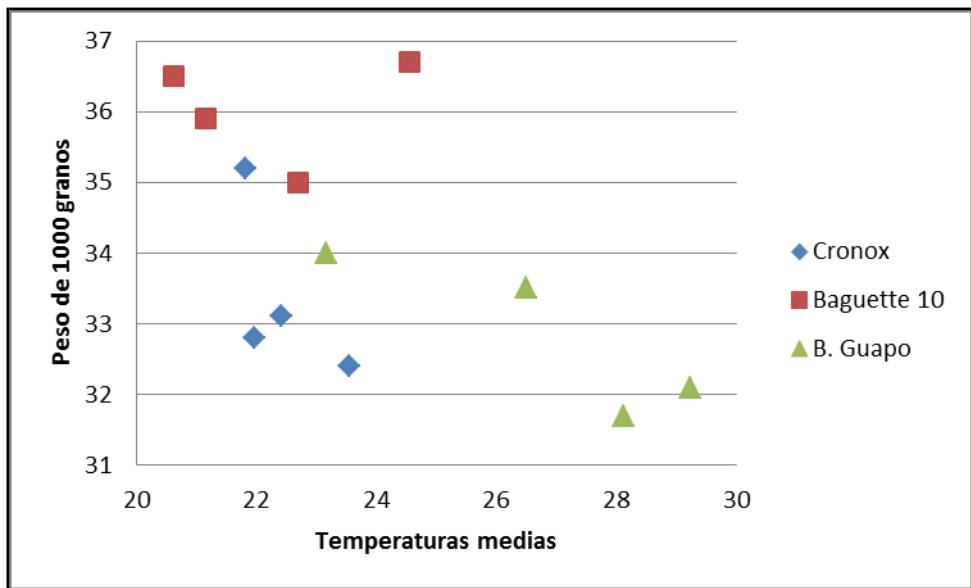


Fig. 6. Relación entre el peso de mil granos y la temperatura de llenado para las tres variedades de trigo de diferentes ciclos.

Los factores climáticos temperatura y radiación influyeron en el rendimiento del trigo. En la Fig. 6 se observa que cuando la temperatura fue alta, durante el llenado de grano, el peso de 1000 granos disminuyó, en coincidencia con otros autores (Abatte, 2001). Respecto del cociente fototermal Q (Tabla 2), no mostró muchas diferencias entre los momentos en los que coincidió el periodo crítico (desde 0,57 a 0,60), en este caso es muy posible que la expresión del número de granos sea genética de cada cultivar.

Conclusiones

- Se encontraron diferencias significativas en la radiación interceptada a favor de Buck Guapo, por haber iniciado el periodo crítico con mayor biomasa que las otras dos variedades; por ser una variedad de ciclo largo y poseer mayor macollaje. Sin embargo, fue la que menor número de granos fijo y su índice de cosecha fue significativamente menor. En esta variedad el modelo conceptual de uso de la radiación no se puede aplicar posiblemente por fallas en riego y fecha tardía de siembra respecto de su ciclo.
- En las variedades de ciclo corto-intermedio se podría aplicar el modelo conceptual, debido a que la biomasa formada a partir de la radiación fue fijada a granos proporcionalmente, luego la diferencia entre Cronox y Baguette 10, fue que la primera fijo mayor número de granos lo que se podría deber a una mayor EUR, Baguette 10 presentó mayor peso de granos lo que no compenso el menor número fijado lo que se reflejó en el rendimiento final
- Las variedades mostraron diferencias en rendimiento, Cronox mostró mayor potencial e índice de cosecha y Buck Guapo mostro menor rendimiento pero mayor biomasa total.
- Las tres variedades acortaron su ciclo en esta localidad debido a las temperaturas promedio más altas de la región, por lo tanto las fechas de floración fueron anticipadas en comparación con otras localidades trigueras del sur de nuestro país.
- Con respecto al llenado de granos, las altas temperaturas promedio durante este periodo afectaron negativamente el peso de mil granos.

Bibliografía

AAPROTRIGO, Asociación Argentina de Productores de Trigo. (<http://www.aaprotrigo.org/desarrollo.php?cat=66>).

Abbate, P., Andrade, F., Culot, J. 1994. Determinación de rendimiento en trigo. INTA-CERBAS Boletín Técnico N°133. ISSN 0522-0548

Abbate, P., Andrade, F., Culot, J. 1995. The effects of radiation and nitrogen on number of grains in wheat. *J. Agric. Sci.* 124: 351-360.

Abbate, P.E., Andrade, F., Lázaro, L. 1997a. Explorando altos rendimientos de trigo. CIMMYT-INIA. 20 pp.

Abbate, P.E., Andrade, F.H., Culot, J.P. 1997b. Grain yield in wheat: Effects of radiation during spike growth period. *Fil. Crops Res.* 54: 245-257.

Abbate P.E., Andrade, F.H., Lázaro, L., Bariffi, J.H., Berardocco, H.G., Inza, V.H., Marturano, F. 1998. Grain yield increase in recent Argentine wheat cultivars. *Crop Sci.* 38: 1203-1209.

Abbate, P. 1998. Ecofisiología del cultivo de trigo. Conferencia Congreso Nacional AAPRESID. Balcarce, Bs. As.

Abbate, P. 2004. Conferencia Congreso Nacional de AAPRESID. Rosario, Sta. Fe.

De Fina, A.L., Ravelo, A.C. 1985. Climatología y Fenología Agrícolas. 4º Ed. EUDEBA. 354 pp. Bs. As., Argentina.

Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Escobar, E.H., Ligier, D., Melgar, M., Matteio, H., Vallejos, O. 1994. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes, Argentina. p. 129. Publicación del Convenio del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-ICA) y Provincia de Corrientes-CFI, Argentina.

Fischer, R.A. 1975. Yield Potential in a Dwarf Spring Wheat and the Effect of Shading Crop Sci. 15: 607-613.

Fischer, R.A. 1983. Wheat in: Symposium on potential productivity of field crops under different environments. W. H. Smith, S. J. Banta. (eds) International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 1980, pp 129-154.

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

Forjan, H. 2012. Rotaciones y secuencias de cultivos. 30 años de experiencias. (<http://inta.gob.ar/noticias/rotaciones-y-secuencias-de-cultivos.-30-anos-de-experiencias/>).

Fraschina, J., Formica, B., Masiero E. 2004. Caracterización del crecimiento de grano de trigo. Revista IDIA XXI: N°6 Junio de 2004. pp 40-42.

Gallagher, J.N., Biscoe P.V. 1978. Radiation absorption growth and yield of cereals J. Agric. Sci. Camb. 91: 47-60.

Gallo, W.P., Daughtry, C.S.T. 1986. Techniques for measuring intercepted and absorbed photosynthetically active radiation in crop canopies. Agron. J. 78: 752:-756.

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

Hochman, J. 1982. Recomendaciones para el cultivo de trigo campaña 2012-13. inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-recomendaciones_trigo_2012.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas INE Informe Anual 2013. http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/informe_anual_agropecuarias_2013.pdf. Pp 13-17.

Magrin, G.O., Travasso, M.I. 1996. Potencial de produccion del cultivo de trigo en la Región Pampeana. Argentina. Actas XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal pp 170-171.

Miro, 2004. Aspectos sobre comercialización y calidad de trigo en Argentina. <http://www.acopiadores.com/publico/atodotrigos/AspectossobrecomercializacionyqualitydetrigoenArgentina.pdf>

Muñoz, R. 2004. Mercado Argentino del Trigo. Revista IDIA XXI: N°6 Junio de 2004. pp 65-70

Nisi, J., Bainotti, C., Fraschina, J., Formica, B., Salines, J. 2004. Avances en la Calidad del Trigo Argentino. Revista IDIA XXI: N°6 Junio de 2004. pp 29-33.

Pascale, A.J., Damario, E.A. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 550 p.

Satorre, E.H., Benech Arnold, R., Slafer, G.A., De la Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui, M.E., Savin, R. 2003. Producción de Granos: Bases Funcionales para su Manejo. Editorial Universidad de Buenos Aires. pp783.

Siddique, K.M., Belford, R.K., Perry, M.W., Tennant, D. 1989. Growth, development, and Light interception of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean environment. Aust. J. Agric. Research Res. 40: 473-487.

Warrington, I.J., Dunstone, R.L., Green, L.M. 1977. Temperature effects of three development stages on yield of heat ear. Aust. J. Agric. Res. 28: 11-27.