

Influencia de la densidad de siembra, el corte y la dosis de nitrógeno en el desarrollo del triticale de doble aptitud

Influence of sowing density, cut and nitrogen rate in the development of a dual purpose triticale (forage and grain)

F. LLERA CID / V. CRUZ SOBRADO / A. M. RIVERA MARTÍN*

Centro de Investigación "La Orden-Valdealsequera". Consejería de Empleo, Empresa e Innovación. Junta de Extremadura. Finca "La Orden". Ctra. N-V. km 372. E-06187 Guadajira. Badajoz (España)
veronica.cruz@juntaextremadura.net

Resumen: Se ha estudiado el retraso en grados días⁻¹ que se produce en las fases de desarrollo del cultivo del triticale (*X Triticosecale* Wittmack) de doble aptitud (forraje y grano), cv. Verato, cuando es cortado (pastoreo simulado) en dos ocasiones antes del encañado. Para ello se diseñó un ensayo en split split plot con cuatro repeticiones, donde la parcela principal fue la densidad de siembra (400, 500 y 600 plantas m⁻²), la subparcela el número de cortes (sin cortar, un corte y dos cortes) y la sub-subparcela la dosis de nitrógeno (0, 75 y 125 kg N ha⁻¹). Se determinó el tiempo térmico a inicio de encañado, a inicio de espigado, a floración y a inicio de grano pastoso. El número de cortes influyó significativamente en el retraso del ciclo de desarrollo del cultivo. El nitrógeno influyó de forma significativa en las fases de inicio de encañado, floración e inicio de grano pastoso, siendo la dosis de 0 kg N ha⁻¹ la que provocó un mayor retraso. La dosis de siembra no tuvo influencia en el ciclo de desarrollo del cultivo.

Palabras clave: *X Triticosecale*, fertilización, pastoreo, densidad de plantas.

Abstract: The objective of this work was to study the delay in degree days in the development phenological stages of triticale (*X Triticosecale* Wittmack) with dual purpose (forage and grain), cv. Verato, when simulated grazing was performed on two occasions. To this purpose, a trial design in split split plot was performed with four replicates where the main plot was the sowing density (400, 500 and 600 plants m⁻²), the subplot was the number of cuts (no cut, one cut and two cuts) and the sub-subplot was the dosage of nitrogen applied (0, 75 and 125 kg N ha⁻¹). The degree day was determined at start of tillering, at early boot, at flowering and at early dough grain. The number of cuts significantly influenced the delay in the development cycle of the crop. Nitrogen significantly influenced the stages of start of tillering, flowering and early dough grain, with the doses of 0 kg N ha⁻¹ which caused a further delay. The sowing density had no influence on the development of the crop cycle.

Key words: *X Triticosecale*, fertilization, grazing, sowing density.

INTRODUCCIÓN

El Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) es el primer híbrido fértil intergenérico obtenido por el hombre en 1888 mediante cruzamientos entre trigo (*Triticum* spp.) y centeno (*Secale* spp.). A finales de 1980 con el fin de ampliar la variabilidad existente en los triticales de la época, se iniciaron en el CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) nuevos cruzamientos con parentales diferentes a los empleados hasta entonces, observándose que algunas descendencias tenían un elevado ahijamiento y una gran capacidad de rebrote tras la siega. Estas características le confirieron la posibilidad de ser utilizados como cereal de doble aptitud: forraje y grano. La versatilidad de este cultivo proporciona alternativas de producción de forraje invernal (Amigone *et al.*, 2005). Estos triticales, por su rápido crecimiento durante las primeras fases del desarrollo de la planta en ausencia de

bajas temperaturas, admiten uno o dos aprovechamientos al principio y/o al final del invierno, dependiendo tanto del ciclo como de la fecha de siembra, lo que puede hacerse mediante pastoreo directo con ganado. Para ello resulta fundamental realizar el primer aprovechamiento en el momento óptimo, lo que viene a coincidir con el final de la fase de ahijado y antes del comienzo del encañado, debiendo finalizarse dicho aprovechamiento cuando se detecta en superficie el meristemo terminal (Miller *et al.*, 1993). Es sumamente importante recalcar que un aprovechamiento más tardío podría disminuir la capacidad de rebrote posterior si se corta el meristemo de crecimiento (Royo *et al.*, 1994), pudiendo influir en el posterior desarrollo del triticale. Tras el pastoreo, la planta ha de regenerar de nuevo toda su parte aérea con el consecuente retraso en el desarrollo fenológico del cultivo.

Atendiendo a estas premisas, el triticale de doble aptitud se convierte en un cultivo con un alto potencial agronómico y económico a tener en cuenta por los agricultores españoles (Oettler, 2005).

El desarrollo es el paso de la planta, desde la germinación hasta la madurez, por una serie de fases que, en la mayor parte de los cultivos, están bien definidas (Gregory, 1992). En el caso de los cereales sigue siempre el siguiente proceso: germinación, nascencia, ahijado, encañado, espigado, floración, fecundación, llenado de los granos, madurez fisiológica y senescencia del cultivo. Estas fases cuando están bien definidas, sirven de base para sistemas de descripción precisa del desarrollo morfológico (Llera, 1998). Igual que sucede en cereales como el trigo y la cebada, los principales factores que influyen en la velocidad de desarrollo del triticale son la temperatura y el fotoperíodo (Vince-Prue, 1975; González *et al.*, 2003; Whitechurch *et al.*, 2007). No obstante, los aportes crecientes de nitrógeno provocan que las hojas permanezcan verdes más tiempo y, en general, prolongan la duración de las etapas vegetativas, retrasando el desarrollo de las reproductivas y de la maduración (Wild y Jones, 1992).

Igual que el resto de los cultivos, el triticale extrae los nutrientes del suelo que luego serán ingeridos por los animales, por lo que es necesario aplicar fertilizantes para reemplazar las pérdidas netas de nutrientes (Sinclair, 1991). En el caso del nitrógeno, su aplicación se debe llevar a cabo después de cada aprovechamiento. Si sólo se aprovecha una vez como forraje, la cantidad estaría alrededor de los 40 kg N ha⁻¹ y si se dan dos aprovechamientos, se deberían aplicar 40 kg N ha⁻¹ en cada uno (Llera *et al.*, 1997). En cereales, la fertilización nitrogenada no tiene una gran influencia sobre el número de hojas, ya que el efecto principal es producir mayor superficie foliar por el aumento del tamaño de cada una de ellas (Llera, 1998). En el período de postfloración el LAI (índice de área foliar) y la LAD (duración de área foliar) están influenciados por la fertilización, en especial por la aplicación tardía de nitrógeno, en el encañado (Ferro, 2010), hecho directamente relacionado con el retraso en el desarrollo de las fases reproductivas y de maduración. En este sentido, Bauer *et al.* (1987) constataron que el LAI disminuyó cuando descendió la disponibilidad de nitrógeno y agua. Posteriormente, Llera (1998) comprobó que el LAI máximo y el LAD total aumentan a medida que lo hacen las dosis de nitrógeno aplicadas.

En este trabajo se pretende estudiar el retraso que se produce en las fases de desarrollo del cultivo de triticale de doble aptitud (forraje y grano), cv. Verato, y la influencia que ejerce sobre el mismo la densidad de siembra, el número de cortes y la dosis de nitrógeno.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña agrícola 2009-2010 en una parcela (Latitud 38° 51' 34" N y Longitud 6° 39' 57" W) del Centro de Investigación "La Orden-Valdesequera" del término municipal de Guadajira (Badajoz), propiedad de la Junta de Extremadura, en condiciones de secano. La precipitación total alcanzó los 731,8 mm, prácticamente el doble de la de un año normal. El suelo, clasificado como Alfisol, presentó una textura franco-arenosa con un bajo porcentaje en materia orgánica (0,61%) y un pH próximo a la neutralidad (6,97).

El material vegetal utilizado fue un triticale de doble aptitud cv. Verato, obtenido por el Departamento de Cultivos Extensivos del Centro de Investigación "La Orden-Valdesequera" de la Junta de Extremadura. Las labores preparatorias consistieron en un pase cruzado de grada de disco sobre un rastrojo de cereal y un pase de rotovator. No se realizó ningún tipo de tratamiento fitosanitario. Para la siembra se utilizó una sembradora de chorrillo con seis botas separadas 20 cm. Los distintos abonados realizados se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Dosis de elementos fertilizantes utilizados en el abonado de fondo y en las dos coberteras (kg N ha⁻¹).

Tratamiento	Abonado de Fondo			1ª Cobertera	2ª Cobertera
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N
N2 = 125 kg N ha ⁻¹	50	42	90	50	25
N1 = 75 kg N ha ⁻¹	25	42	90	50	0
N0 = 0 kg N ha ⁻¹	0	42	90	0	0

Se realizaron dos pastoreos simulados. El primero se realizó cuando la planta se encontraba en el estadio 30 de la escala Zadocks *et al.* (1974), utilizando una segadora manual de peine frontal, que realizaba el corte de la planta a una altura entre dos y tres centímetros sobre el nivel del suelo. Pasados dos meses se realizó el segundo corte con la misma segadora manual pero a una altura entre seis y siete centímetros.

Para la determinación de las unidades de tiempo térmico en grados días desde nascencia hasta inicio de encañado (UTIEN), inicio de espigado (UTIES), floración (UTF) e inicio de grano pastoso (UTIGP) se tomó la fenología del cultivo y se calculó el sumatorio de las temperaturas medias diarias menos la temperatura base (0 °C) desde la nascencia hasta cada una de las fases de desarrollo del cultivo estudiadas.

El diseño estadístico fue un split split plot con cuatro repeticiones, siendo la parcela principal la densidad de siembra (D1-400 plantas m⁻², D2-500 plantas m⁻² y D3-600

plantas m⁻²), la subparcela el número de cortes (C0-SIN corte, C1-Un corte y C2-Dos cortes) y la sub-subparcela las dosis de nitrógeno aplicadas antes de la siembra, después del primer corte y después del segundo corte (N0-SIN nitrógeno (0-0-0), N1-75 kg ha⁻¹ (25-50-0) y N2-125 kg ha⁻¹ (50-50-25)). La unidad experimental estaba constituida por dos parcelas de 1,5 m de ancho y 10 m de longitud.

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo mediante un análisis de la varianza de modelo factorial (split split plot) con tres factores fijos (densidad de siembra, número de cortes y dosis de nitrógeno) y uno de efecto aleatorio (repeticiones). Mediante este diseño se determinó el efecto de la densidad de siembra, número de cortes y dosis de nitrógeno sobre el retraso en las fases de desarrollo del triticale. Si el análisis mostraba diferencias significativas, se calculaba la mínima diferencia significativa mediante el test de LSD para el nivel de probabilidad del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2, se muestra el análisis estadístico de los tiempos térmicos obtenidos para el estudio del retraso en las fases de desarrollo del cultivo del triticale, tras ser aprovechado en dos ocasiones.

Tabla 2. Unidades térmicas desde nascencia hasta inicio de encañado (UTIEN), inicio de espigado (UTIES), floración (UTF) e inicio de grano pastoso (UTIGP) en función de la densidad de siembra, el número de cortes y la dosis de abonado nitrogenado. Campaña 2009/2010.

	UTIEN	UTIES	UTF	UTIGP		UTIEN	UTIES	UTF	UTIGP
Densidad (D) (plantas m⁻²)					Significación				
D1: 400	709,65	a	1698,4	a	1925,0	a	2199,7	a	
D2: 500	705,27	a	1708,5	a	1932,8	a	2188,3	a	D
D3: 600	705,77	a	1686,3	a	1933,1	a	2183,8	a	C
									N
Corte (C)					Media	706,90	1697,7	1930,3	2190,6
C2: Dos Cortes	707,06	a	1799,8	a	2019,8	a	2274,1	a	DxC
C1: Un Corte	707,86	a	1686,2	b	1926,6	b	2183,7	b	DxN
C0: Sin cortar	705,77	a	1607,2	c	1844,4	c	2113,9	c	CxN
									DxCxN
Nitrógeno (N) (kg ha⁻¹)					C.V.(%)	1.33	4.8	1.18	5.93
N1: 0	714,63	a	1695,4	a	1952,8	a	2230,7	a	
N2: 75	704,76	b	1705,9	a	1922,5	b	2186,5	a	
N3: 125	701,30	b	1691,9	a	1915,5	b	2154,5	b	

Influencia de la densidad

El tiempo térmico acumulado en todas las fases de desarrollo del cultivo, no mostró diferencias significativas para las distintas densidades de siembra. Fischer *et al.* (1976) observaron una influencia acentuada de la densidad en la duración del ciclo del cultivo de los cereales. Además, verificaron que una densidad doble redujo el período desde la emergencia al espigado en tres días, y el período desde la emergencia a maduración, en dos días. Dicha influencia estuvo, probablemente, provocada por la competencia entre

plantas por el agua y los nutrientes. En esta campaña, con una pluviometría muy superior a la media, la disponibilidad de agua no ha sido un factor limitante para el desarrollo de las plantas y por tanto, no ha sido motivo de competencia entre ellas.

Interacción número de cortes por dosis de nitrógeno

El número de cortes influye en el tiempo térmico necesario para alcanzar la fase de inicio de espigado, floración e inicio de grano pastoso. A medida que se producen más cortes, el cultivo tarda más en alcanzar estas dos fases de desarrollo. Esto es así, menos en la fase de inicio de espigado y para la combinación de un corte y la dosis sin abonar (fig. 1). Este retraso reduce la probabilidad de daños por posibles heladas en la fase de floración.

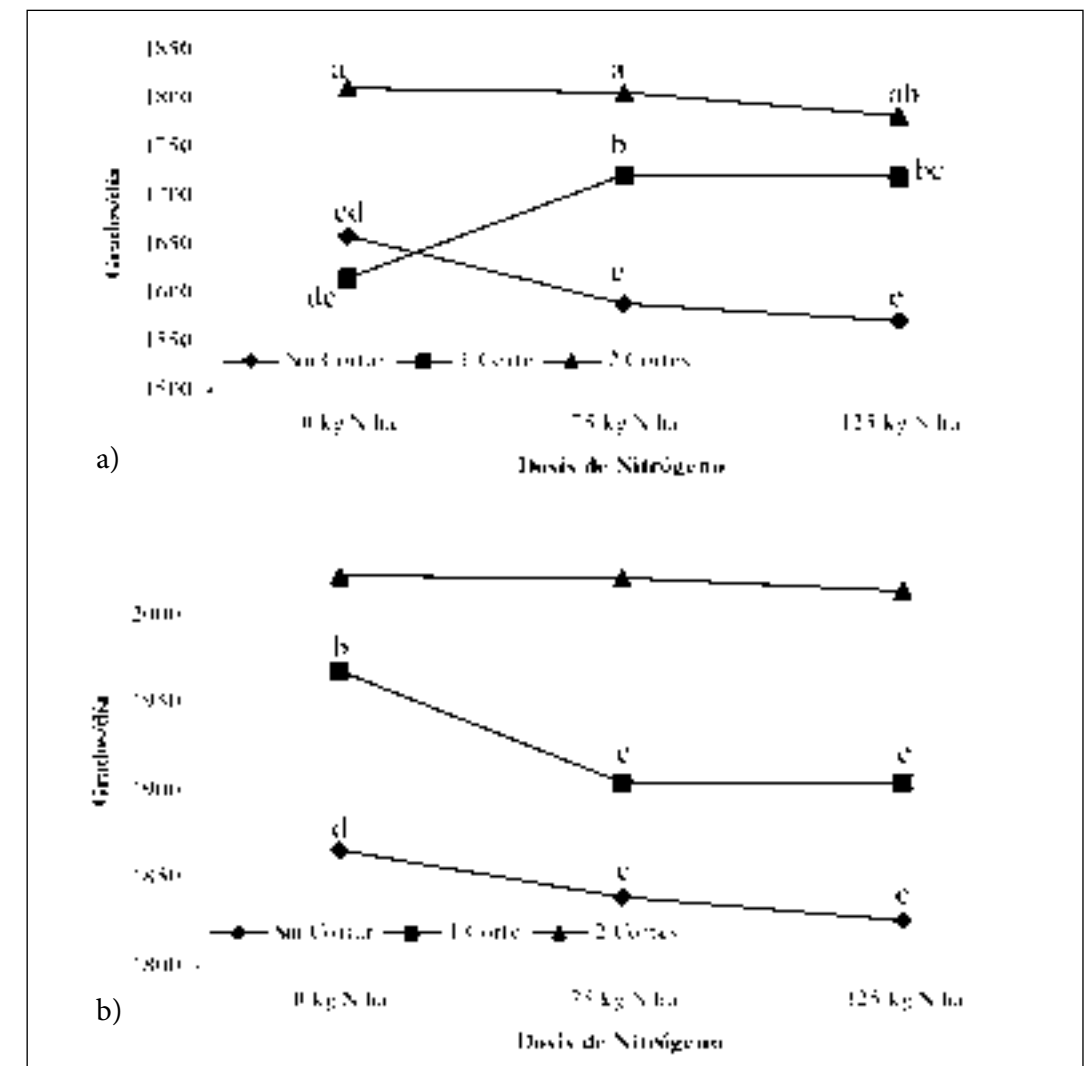


Figura 1. Influencia de la interacción número de cortes por dosis nitrogenado sobre el tiempo térmico acumulado en la fase de desarrollo de inicio de espigado (a) y floración (b).

En la figura 1, se observan diferencias significativas en el tiempo térmico acumulado entre la dosis de 0 kg N ha⁻¹ y las dosis de 75 y 125 kg N ha⁻¹ para los tratamientos de un corte y sin cortar. Para el tratamiento de dos cortes no existen diferencias significativas entre las tres dosis de nitrógeno, probablemente debido a que a partir del segundo corte, la falta de agua y las altas temperaturas influyen sobre la planta, acelerando su desarrollo y provocando que los tres tratamientos de nitrógeno lleguen al final del ciclo a la vez.

El tiempo térmico acumulado a floración es mayor para el tratamiento sin dosis de nitrógeno en los casos en que no se produce corte y en el de un solo corte. Ya en 1998, Llera observó una relación negativa y altamente significativa, entre las dosis de nitrógeno y las unidades térmicas en el estado de inicio de encañado y floración. Estos resultados se contraponen con los obtenidos por otros investigadores (Thompson y Troeh, 1988, Wild, 1992) que observaron que la aplicación de nitrógeno alargó el ciclo de los cereales. No obstante, es probable que el mayor retraso en el tratamiento sin nitrógeno se deba a que las plantas necesitan nitrógeno para su crecimiento, y al faltarle o tenerlo en menor medida, se retrasa su desarrollo.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las condiciones climatológicas del período de estudio, se deduce que la densidad de siembra no influye en el retraso de las fases de desarrollo del triticale de doble aptitud cv. Verato. En todas las fases fenológicas el tiempo térmico acumulado fue mayor cuando aumentó el número de cortes, siendo esta variable la que mayor retraso produjo en el desarrollo del cultivo. Las parcelas sin nitrógeno tardaron más en alcanzar las fases de inicio de espigado y floración, que en las que se aplicó nitrógeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIGONE M. A., KLOSTER A. M., NAVARRO C., Y BERTRAM N. (2005). Elección de cultivares e implantación de verdeos de invierno. En: *Verdeos de alta producción para optimizar la cadena forrajera. Información para Extensión*, **96**, pp.5-14. Córdoba, Argentina: EEA INTA Marcos Juárez.
- BAUER A., FRANK A.B. Y BLACK A.L. (1987) Aerial parts of hard red spring wheat: I Dry matter distribution by plant development stage. *Agronomy Journal*, **79**, 845-852.
- FERRO J.M.A. (2010) *Influencia de la fertilización con abonos verdes de veza (Vicia sativa L.) y triticale (X Triticosecale Wittmack) en la fertilidad del suelo, rendimiento y calidad del trigo blando (Triticum aestivum L.)*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- FISCHER R.A., AGUILAR I.M., MAURER R. Y RIVAS S.A. (1976) Density and row spacing effects on irrigated short wheats at low latitude. *Journal of Agricultura Science*, **87**, 137-147.
- GONZALEZ F.G., SLAFER G.A. Y MIRALLES D.J. (2003) Floret development and spike growth as affected by photoperiod during stem elongation in wheat. *Field Crop Research*, **81**, 29-38.
- GREGORY P.J. (1992) Crecimiento y funcionamiento de las raíces. En: Wild A. (ed) *Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Russell*, pp. 121-176. Madrid, España: Mundi-Prensa.

- LLERA F., PÉREZ F. Y AYUSO A. (1997) Fertilización de triticale para forraje y grano. *Vida Rural*, **42**, 42-43.
- LLERA F. (1998) *Influencia del N fertilizante en el NO₃--N del suelo, y en el crecimiento, rendimiento y calidad del trigo duro (Triticum turgidum sbsp. durum) en condiciones de regadío mediterráneas*. Tesis Doctoral. Córdoba, España: Universidad de Córdoba.
- MILLER G.L., JOOST R.E. Y HARRISON S.A. (1993) Forage and grain yields of wheat and triticale as affectedly forage management practices. *Crop Science*, **33**, 1070-1075.
- OETTLER G. (2005) The fortune of a botanical curiosity Triticale: past, present and future. *The Journal of Agricultural Science*, **143**, 329-346.
- ROYO C., INSAA J.A., BOUJENNAB A., RAMOS J.M. Y MONTESINOS E. (1994) Yield and quality of spring triticale used for forage and grains influenced by sowing date and cutting stage. *Field Crops Research*, **37**, 161-168.
- SINCLAIR A. G., RODRIGUEZ M. Y OYANARTE M. (1991) *Modelo de recomendación de abonado en base a los ciclos de nutrientes para las praderas de la Comunidad Autónoma Vasca*. Informe Técnico nº 41. Vitoria-Gasteiz, España: Ediciones Servicio Central de Publicaciones del Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco.
- THOMPSON L.M. Y TROEH F.R. (1988) *Los suelos y su fertilidad*. 4ª ed. Barcelona, España: Reverté.
- VINCE-PRUE D. (1975) *Photoperiodism in plants*. New York, EEUU: McGraw-Hill.
- WHITECHURCH E.M., SLAFER G.A. Y MIRALLES D.J. (2007) Variability in the duration of stem elongation in wheat and barley. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **193**, 138-145.
- WILD A. (1992) Elementos nutritivos en el suelo: Nitrógeno. En: Wild A. (ed) *Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Russell*, pp. 1045. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- WILD A. Y JONES L.H.P. (1992) Nutrición mineral de las plantas cultivadas. En: Wild A. (ed) *Condiciones de suelo y desarrollo de las plantas según Russell*, pp. 73-119. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- ZADOKS J.C., CHANG T.T. Y KONZAK C.F. (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, **14**, 415-421.