

INFLUENCIA DEL AMBIENTE EN EL RENDIMIENTO DE FORRAJE Y GRANO DE TRITICALE

ENVIRONMENT INFLUENCE ON FORRAGE AND GRAIN OF TRITICALE

F. LLERA Y V. CRUZ

Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Consejería de Empleo, Empresa e Innovación. Gobierno de Extremadura. Finca "La Orden". Ctra. A-V. Km 372. 06187 Guadajira. Badajoz. España.
fernando.llera@gobex.es y veronica.cruz@gobex.es

RESUMEN

En zonas semiáridas como Extremadura, los factores climáticos (precipitación y temperatura) tienen gran importancia en el rendimiento del forraje y grano de los cereales. El objetivo de este trabajo fue determinar la relación entre la precipitación, temperatura y grados día con el rendimiento en materia seca del 1º y 2º corte y con el rendimiento en grano y paja del triticale de doble aptitud cv Verato. El estudio se realizó durante las campañas 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013 en el Instituto de Investigación Agraria Finca "La Orden-Valdesequera", utilizando los resultados de ensayos realizados en esas campañas. Se determinó la materia seca del 1º y 2º corte del forraje y el rendimiento en grano y paja en madurez comercial. La materia seca del 1º corte tiene una relación significativa ($R^2=0,96$) con los grados día desde siembra al 1º corte. La materia seca del 2º corte se relacionó significativamente con la precipitación ($R^2=0,87$) y los grados día ($R^2=0,86$) entre el 1º y 2º corte. El rendimiento en grano tuvo una relación altamente significativa con los grados día desde siembra a madurez fisiológica ($R^2=0,99$). El rendimiento en paja obtuvo la mejor relación con la temperatura media desde siembra al 2º corte ($R^2=0,95$).

Palabras clave: *X Triticosecale* Wittmack, materia seca, precipitación, temperatura y grados día.

SUMMARY

In semi-arid regions such as Extremadura, climatic factors (rains and temperature) have a great influence on cereal yield, both forage and grain. The aim of this study was to determine the relationship among rains, temperature and growing degree-days (GGD) with the dry matter yield in the first and second cut and the grain and straw yield in the triticale crop of double aptitude cv Verato. The study was conducted during the seasons 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 and 2012/2013 at the Institute of Agricultural Research Farm "La Orden-Valdesequera", using the results obtained in the trials carried out in those seasons. The dry matter of the 1st and 2nd forage cut and the grain and straw yield at commercial maturity were determined. The dry matter of the 1st cut has a significant relationship ($R^2 = 0,96$) with the GGD from sowing to the first cut. The dry matter of the 2nd cut was significantly related to rains ($R^2 = 0,87$) and GGD ($R^2 = 0,86$) between the 1st and 2nd cut. Grain yield had a highly significant relationship with the GGD from sowing to physiological maturity ($R^2 = 0,99$). The straw yield showed the best relationship with the mean temperature from sowing to the 2nd cut ($R^2 = 0,95$).

Key words: *X Triticosecale* Wittmack, dry matter, rains, temperature and growing degree-days.

INTRODUCCIÓN

Los pastos constituyen la alimentación tradicional de la ganadería de la dehesa. En la actualidad, una práctica común de conservación y manejo de los pastos es la rotación del ganado por las cercas que forman la explotación. Esta rotación consiste en trasladar el ganado de una cerca a otra con la finalidad de que la cerca pastada se recupere. Debido a las altas cargas ganaderas existentes (2 ovejas/ha de superficie total de la explotación y 3,3 ovejas/ha de superficie de pastos de la explotación (Pozo y Agudo, 2013)), como consecuencia de las ayudas de la Política Agraria Comunitaria (PAC) hasta 2006 (pago por cabeza de ganado), se produce una alta presión del ganado sobre los pastos (sobrepastoreo) y éstos no rebrotan con la facilidad ni con el vigor y calidad necesarios, provocando una baja productividad ganadera. Como consecuencia de esta situación se está originando un proceso de degradación de la cubierta vegetal, disminuyendo su capacidad productiva y de protección del suelo, volviéndose más susceptible a la erosión y escorrentía (FAO, 2010).

El 80 % de las explotaciones de ovino de carne en Extremadura se encuentran en zonas desfavorecidas. La cantidad de pastos que estas zonas ofrecen de cara a la capacidad de alimentar el ganado, condiciona en gran medida el tipo de explotación, sobre

todo cuando los costes de las materias primas han aumentado de forma importante (Pozo y Agudo, 2013)

Por tanto, se hace necesario incentivar la siembra de cultivos forrajeros como el triticale de doble aptitud (forraje y grano). Este cultivo complementa la falta de pastos, aprovechándose en invierno como forraje verde de alta calidad y en verano en forma de paja y grano (Llera, 2002; Gil *et al.*, 2009 y Llera y Cruz, 2012). Estos cultivos sirven para el pastoreo de ganado doméstico (ovino, caprino, vacuno y porcino) y fauna cinegética (Llera *et al.*, 1997), así como para la conservación de forraje (mediante heno o ensilado) (Llera *et al.*, 2012). Además, la siembra de estos cultivos contribuirá a la recuperación de las zonas degradadas por sobrepastoreo, recuperando los suelos con el consiguiente aumento de la infiltración del agua y recarga de acuíferos (FAO, 2010).

Para que se puedan establecer estos cultivos es necesario que los factores climáticos que influyen en el crecimiento, desarrollo y productividad de los mismos, sean los adecuados. La producción de materia seca del triticale está determinada por su carga genética (variedad) y por el ambiente (suelo y clima), así como por las prácticas de cultivo. Suponiendo que se dispone de una buena variedad forrajera, un suelo aceptable y que se realizan las prácticas agrarias correcta-

mente, sólo queda que el clima sea el apropiado.

La producción potencial no responde a factores climáticos aislados, sino a la combinación de varios de ellos. Los más importantes son: precipitación, temperatura, fotoperiodo e intensidad lumínica. Si al cultivo le falta uno de estos factores, verá limitado su rendimiento en materia seca forrajera y también su rendimiento en grano.

La falta de agua en el suelo, reduce la capacidad de la planta para mantener los procesos fisiológicos. La sequía provoca el cierre de los estomas, de forma que la luz no se utiliza de forma eficiente. Como consecuencia de lo anterior se reduce la fotosíntesis, disminuye el área foliar y la producción de biomasa, viéndose afectado el crecimiento de la planta.

Las temperaturas tienen una gran influencia sobre la velocidad de crecimiento, germinación, transpiración, respiración, fotosíntesis, y absorción de agua y nutrientes (Urbano, 2002 y Villalobos *et al.*, 2002).

Cada cultivo tiene una temperatura cero de vegetación, temperatura óptima, temperatura umbral y temperatura letal. Algunas fases del desarrollo de las plantas, como el encañado, la floración y el espigado en los cereales, sólo pueden alcanzarse si la temperatura es superior a una temperatura mínima determinada.

Si el cultivo dispone de suficiente luz, la temperatura es el factor de mayor influencia en las tasas de crecimiento y desarrollo de las plantas, siempre que éstas estén bien abastecidas de agua y nutrientes. Al aumentar la temperatura, se abren los estomas y se incrementa la transpiración. La fotosíntesis, igual que la respiración, aumenta al aumentar la temperatura hasta un máximo, a partir del cual decrece. Este máximo se sitúa según especies entre los 25 y 30 °C.

El objetivo de este trabajo de investigación fue estimar el rendimiento de forraje y grano del triticale de doble aptitud cv Verato en función de la precipitación, temperatura y grados día por períodos fenológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante las campañas 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013 en la finca La Orden del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) del Gobierno de Extremadura. El tipo climático es Mediterráneo subtropical, con un régimen térmico Subtropical cálido y un régimen hídrico Mediterráneo seco. La precipitación media es de 465 mm, de los que 179 mm ocurren en otoño, 141 mm en invierno y 104 mm en primavera. La temperatura media anual 16,28°C (temperatura mínima media 9,01 °C y temperatura máxima media 23,55 °C), con

una altitud de 193 msnm.

Las variables climáticas se registraron en la estación agrometeorológica automática situada en la finca La Orden. Para ello, se han utilizado las precipitaciones mensuales y temperaturas medias mensuales del período comprendido entre los años 2009 y 2013. Los resultados del rendimiento de forraje y grano se obtuvieron de los ensayos realizados en esas campañas en la finca La Orden. Para ello, se tomaron muestras de forraje de 0,25 m² que fueron secadas en una estufa a 100-105 °C durante 48 horas y así se determinó la producción de materia seca del 1° (final del ahijado) y 2° corte del forraje (después del rebrote cuando la planta tenía una altura de 30 cm) y el rendimiento en grano y paja en madurez comercial.

Se seleccionaron cinco variables dependientes: producción materia seca en el primer corte (MS1C), producción de materia seca en el segundo corte (MS2C), producción de materia seca total (MST=MS1C+MS2C), rendimiento en grano (RG) y rendimiento en paja (RP). Las variables independientes fueron: precipitación (P), temperatura media (TM) y grados día (GD) (temperatura base 0°C) desde siembra al primer corte (S1C), del primer corte al segundo corte (S2C), de siembra al segundo corte (S2C), del segundo corte a madurez fisiológica (2CMF) y de siembra a madurez fisiológica (SMF).

lógica (SMF).

Para determinar el grado de asociación lineal entre estas variables, se calculó la matriz de correlación de Pearson. De entre las relaciones observadas se seleccionaron las que tenían mejor coeficiente de determinación y sentido agronómico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa que las cinco variables dependientes tienen una relación significativa con los grados día, lo que indica que esta variable puede ser un buen estimador del rendimiento de materia seca del forraje y del rendimiento en grano y paja. No obstante, el rendimiento en paja obtiene una mejor relación con la temperatura media desde siembra hasta el segundo corte. En la tabla 2 se exponen los modelos predictivos más consistentes.

Van Dobben (1962) establece que el crecimiento y desarrollo de las plantas, entre las que se encuentran los cereales de invierno, está determinado por la influencia que ejerce la temperatura. Bauer *et al.* (1984), utilizaron el índice de grados-día para predecir los estados de desarrollo entre siembra y anthesis en trigo blando, concluyendo que con este índice se consiguen buenas aproximaciones. Castillo y Santibáñez (1987) afirman que es posible establecer, casi con exactitud, las fases fenológicas del trigo en función de los

Tabla 1. Coeficientes de determinación y significación de las regresiones lineales entre las variables dependientes (MS1C, MS2C, MST RG y RP) e independientes (PS1C, P1C2C, PS2C, P2CMF, PSMF, TMS1C, TM1C2C, TMS2C, TM2CMF, TMSMF GDS1C, GD1C2C, GDS2C, GD2CMF y GDSMF).

R ² -Significación	MS1C	MS2C	MST	Grano	Paja
PS1C	0,74 (NS)				
P1C2C		0,86 (10%)	0,82 (10%)		
PS2C			0,85 (10%)		
P2CMF				0,58 (NS)	0,85 (10%)
PSMF				0,74 (NS)	0,26 (NS)
TMS1C	0,53 (NS)				0,86 (10%)
TM1C2C		0,027 (NS)	0,04 (NS)	0,86 (10%)	
TMS2C			0,19 (NS)		0,9490 (5%)
TM2CMF	0,96 (1%)			0,13 (NS)	
TMSMF				0,87 (10%)	0,15 (NS)
GDS1C	0,95 (5%)				
GD1C2C		0,85 (10%)	0,95 (5%)		
GDS2C	0,82 (10%)		0,71 (NS)		
GD2CMF				0,67 (NS)	0,82 (10%)
GDSMF				0,99 (1%)	0,45 (NS)

grados día. Estos autores establecieron la dependencia lineal de la velocidad de desarrollo del trigo respecto a la temperatura media en el período vegetativo y en el reproductivo. Además, a medida que se prolonga el período vegetativo, el índice de área foliar máximo es más elevado, lo que repercute en el rendimiento del cultivo.

La producción de materia seca en el primer corte consigue su mejor relación con la temperatura media entre el segundo corte y madurez fisiológica, pero esta relación no tiene sentido agronómico. Sin embargo, su relación, positiva y significativa, con los grados día desde siembra hasta el primer corte sí tiene sentido agronómico ($R^2=0,9553$), ya que en este período es cuando se forma la materia seca que se obtiene en el primer corte.

La producción de materia seca en el segundo corte tiene una relación positiva y significativa con la precipitación ($R^2=0,8685$) y los grados día ($R^2=0,8571$) entre el primer y segundo corte, relación con gran sentido agronómico, pues después del primer corte, el cultivo tiene que rebrotar y formar su estructura foliar y para ello es necesario que el cultivo disponga de agua y buena temperatura. La temperatura es necesaria para que aumente la transpiración, respiración y la tasa fotosintética de la planta y aumente la velocidad de crecimiento (Almorox, 2003), formándose la biomasa lo más rápidamente posible para que la planta complete su ciclo de desarrollo, y así las pérdidas de grano no sean muy elevadas.

La materia seca total está relacionada con la precipitación desde siembra al segun-

Tabla 2. Ecuaciones de predicción entre las variables agronómicas y los factores climáticos.

Variable Dependiente	Variable Independiente	a	b	r	R ²	P
MS1C	GDS1C	914,98	1,109	0,97	0,95	0,0226
MS2C	P1C2C	966,05	5,286	0,93	0,86	0,0681
MS2C	GD1C2C	-221,30	4,612	0,92	0,85	0,0742
MST	GD1C2C	1.289,81	5,592	0,97	0,95	0,0211
RG	GDSMF	-6.507,03	3,545	0,99	0,99	0,0006
RP	TMS2C	-4.277,63	742,4	0,97	0,94	0,0258

do corte y con la precipitación entre los dos cortes, pero su mejor relación se consigue de nuevo con los grados día entre los dos cortes (R²=0,9583).

El rendimiento en grano está relacionado positiva y significativamente con la temperatura media entre los dos cortes (R²=0,8679) y entre siembra y madurez fisiológica (R²=0,8701), pero establece una relación casi perfecta con los grados día desde siembra hasta madurez fisiológica (R²=0,9988), siendo ésta positiva y altamente significativa.

La precipitación y la temperatura son los factores climáticos más influyentes en la productividad de los cultivos forrajeros en las regiones semiáridas. A medida que la disponibilidad de agua aumenta, son otros factores como por ejemplo la fertilidad del suelo, la que adquiere más importancia en la producción de forraje. Sin embargo, el rendimiento en grano del triticale de doble aptitud se ve afectado por el exceso de precipitaciones si éstas ocurren durante un período continuado de tiempo (encharcamiento) y esto provoca una disminución del rendimiento en grano (figura 1) (Wild, 1992).

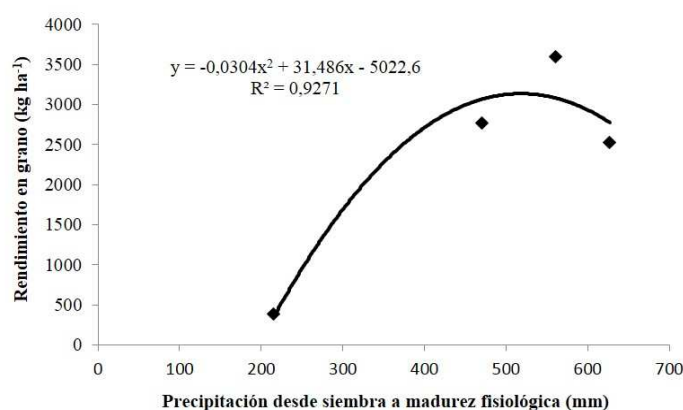


Figura 1. Relación entre el rendimiento en grano y la precipitación total durante el ciclo del cultivo

El rendimiento en paja, aunque tiene relación con la precipitación y los grados día desde el segundo corte hasta madurez fisiológica, la mejor relación (positiva y significativa) la establece con la temperatura desde siembra hasta el segundo corte ($R^2=0,9490$).

CONCLUSIONES

Aunque cuatro campañas es poco tiempo para establecer modelos de predicción, en los modelos estudiados se comprueba que la temperatura, a través de los grados día, se ha mostrado como el factor climático más importante para la estimación del rendimiento del forraje y grano del triticale de doble aptitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOROX, J. (2003) *Climatología aplicada a la ingeniería y medioambiente*. Madrid, España: UPM Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.

BAUER A., FRANCK A.B. Y BLACK, A.L. (1984) Estimation of spring leaf growth rates and anthesis from air temperature. *Agronomy Journal*, 76, 829-835.

CASTILLO H. Y SANTIBÁÑEZ F. (1987) Efecto de la temperatura sobre la fenología del trigo (cultivar Aurifén). *Agricultura Técnica (Chile)*, 47 (1), 29-34.

FAO (2010) Buenas prácticas: Producción de forrajes (TCP/RLA/3112). En: Tomás Lindermann (Ed). *Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario*, 1-5 pp. Italia, Roma: Instituciones y cambio climático.

GIL A., LLERA F., GARCÍA A. M^a. Y RUFO S. (2009) Nuevas oportunidades de alimentación en la dehesa: El Triticale. En: Caja de Ahorros de Badajoz (ed) *La Agricultura y Ganadería Extremeñas en 2008*, pp 173-189. Badajoz, España: Caja de Ahorros de Badajoz.

LLERA F., PÉREZ F. Y AYUSO A. (1997) Fertilización del triticale para forraje y grano. *Vida Rural*, 42, 42-43.

LLERA F. (2002) *Triticale: El cereal del futuro. Nuevas perspectivas y variedades: grano, forraje y doble aptitud* (H.D. n° 6/02). Badajoz, España: Secretaría General de la Junta de Extremadura.

LLERA F. Y CRUZ V. (2012) El triticale: una interesante alternativa forrajera. *Agricultura*, 955, 653-659.

LLERA F., DE SANTIAGO A., RIVERA A.M, GALLEGO R. Y CRUZ V. (2012) Curvas de dilución de la proteína en un triticale de doble aptitud: Influencia de la densidad de siembra, la dosis de Nitrógeno y el número de cortes. En: *Nuevos retos de la ganadería extensiva: un agente de conservación en*

peligro de extinción, pp 417-423. España: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.

POZO J.C. Y AGUDO, B. (2013) El ovino de carne cooperativo en Extremadura. En: Caja de Badajoz (ed) *La Agricultura y ganadería Extremeñas en 2013*, pp 121-133. Badajoz, España: Caja de Badajoz.

URBANO P. (2002) *Fitotecnia. Ingeniería de la producción vegetal*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

VAN DOBBEN W.H. (1962) Influence of temperature and light conditions on dry matter distribution, development rate and yield in arable crops. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 10 (15), 377-389.

VILLALOBOS F.J., MATEOS L., ORGAZ F. y FERERES E. (2002) *Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

WILD A. (1992) *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Rusell*. Madrid, España: Ediciones Mundi-prensa.