

## Producción de un trigo doble propósito defoliado en distintos estados de desarrollo del ápice de crecimiento (Con 3 Tablas)

*Production of a double purpose wheat defoliated at different developmental stages of the growth apex*

*(With 3 Tables)*

**Merchán HD, EE Lutz, AE Morant**

**Resumen.** En los sistemas mixtos (carne y grano), el trigo doble propósito es una alternativa para reducir la competencia entre los verdeos de invierno y el trigo para cosecha. Para optimizar la producción de pasto y evitar disminuciones en el rendimiento de grano hay que utilizar variedades con períodos vegetativos largos, y la última defoliación debería realizarse antes que el ápice pase al estado reproductivo. En el campo experimental de la Asociación de Cooperativas Argentinas en Cabildo (38° 36' S, 61° 58' O) se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar la producción de pasto y grano de la variedad facultativa de trigo (*Triticum aestivum* L) Buck Charrúa, defoliada en distintos estados de desarrollo del ápice de crecimiento. Las parcelas se sembraron el 22 de marzo y los tratamientos consistieron en una única defoliación anual el 11/5, 18/5, 27/5, 8/6, 14/7, 10/8, y un testigo sin defoliar. El rendimiento de grano (635 kg/ha) del tratamiento sin defoliar fue estadísticamente mayor ( $p < 0,05$ ) que el resto; las tratamientos defoliados en el estado vegetativo del ápice disminuyeron en promedio su producción de grano en un 23% y cuando el ápice fue eliminado con la defoliación la reducción en dicha producción fue del 63%. Por el contrario, la menor acumulación de materia seca (798 kg/ha en promedio) se

Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. 8000 Bahía Blanca, Argentina. Trabajo realizado con fondos de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Sur. Se agradece la colaboración a campo del personal del Criadero de Semillas ACA Cabildo.

Address Correspondence to: Ing. Agr. Daniel Merchán, e-mail: dmerchan@criba.edu.ar.

Recibido/Received 13.IX.2007. Aceptado/Accepted 21.IX.2007.

obtuvo cuando las defoliaciones se realizaron con el ápice en estado vegetativo. A partir de la defoliación con el ápice en doble arruga dicha acumulación se incrementó significativamente ( $p < 0,05$ ), obteniéndose 2706 kg/ha cuando los entrenudos elongados y los ápices fueron cortados en la última defoliación. El número de espigas/m<sup>2</sup> y el peso de 1000 granos no mostraron tendencias definidas.

**Palabras clave:** trigo, *Triticum aestivum*, doble propósito, defoliación.

**Abstract.** In mixed systems (beef and grain), double purpose wheat is an alternative to reduce competition between the winter cereals for grazing and wheat for harvesting. In order to optimize grass production and avoid grain yield decreases, it is necessary to use varieties with long vegetative periods and the last defoliation should be made before the apex changes to the reproductive developmental stage. A study was conducted in the experimental field of the Asociación de Cooperativas Argentinas in Cabelo (38° 36' S, 61° 58' W) to evaluate grass and grain production of the facultative wheat variety (*Triticum aestivum* L) Buck Charrúa, which was defoliated at different developmental stages of the growth apex. Plots were sown on 22 March. Treatments consisted of once-a-year defoliation on 5/11, 5/18, 5/27, 6/8, 7/14 or 8/10, and an undefoliated control. Grain yield (635 kg/ha) was statistically greater ( $p < 0.05$ ) in the undefoliated than in the defoliated treatments. Average grain production was reduced by 23% when plants were defoliated at the vegetative apex stage, and by 63% when the apex was removed by defoliation. The smallest dry matter accumulation (798 kg/ha on average) was obtained when defoliations were made with the apex in vegetative developmental stage. When defoliation was conducted with the apex in double ridge onwards, such dry matter accumulation increased significantly ( $p < 0.05$ ), reaching 2706 kg/ha when the elongated internodes and the apexes were removed in the last defoliation. The number of spikes/m<sup>2</sup> and the weight of 1000 grains did not show definite patterns.

**Key words:** wheat, *Triticum aestivum*, double purpose, wheat defoliation.

## INTRODUCCION

En los establecimientos mixtos de la región pampeana Argentina, la producción de carne se realiza sobre pasturas perennes y verdeos de invierno. Por lo tanto, se genera una competencia por el recurso suelo, insumos y capital entre los verdeos de invierno sembrados para producir pasto y los cultivos de trigo. Una alternativa para disminuir dicha competencia podría ser utilizar el cultivo de trigo para producir pasto durante el invierno y posteriormente cosecharlo, es decir utilizarlo con doble propósito. Sin embargo, esta práctica que podría mejorar el retorno económico del sistema productivo (Redmon et al., 1996; Lutz et al., 2000a), hoy día es muy poco utilizada, a pesar de su

amplia difusión en la década del 60 (Hernández, 1969). En un trigo doble propósito, para optimizar la producción de pasto y evitar mermas importantes en el rendimiento de grano, se deben tener en cuenta (entre otros aspectos) las siembras tempranas, las variedades de ciclo largo y el momento de la última defoliación. Las siembras tempranas permiten que las variedades de ciclo largo tengan períodos vegetativos largos, lo que permite producir mayor cantidad de pasto antes de pasar al estado reproductivo. Con respecto al momento de la última defoliación, la misma se debería realizar antes que el ápice de crecimiento alcance el estado reproductivo, ya que las realizadas después de este momento provocarían considerables mermas en el rendimiento de grano (Dunphy et al., 1982; Krenzer, 1991; Redmon et al., 1995; Lutz et al., 2000b).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de pasto y grano de una variedad de ciclo largo, defoliada en diferentes estados de desarrollo del ápice de crecimiento.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el Criadero de semillas de la Asociación de Cooperativas Argentinas (ACA) (38° 36' S, 61° 58' O), a 35 km al NE de la ciudad de Bahía Blanca. El suelo es de textura franco – arenosa, con buena capacidad de retención de agua, buen drenaje y susceptible a la erosión eólica y/o hídrica; de capacidad de uso Clase II (Servicio de Conservación de Suelos de los EEUU). Las precipitaciones durante el año de ensayo se detallan en la Tabla 1.

Las parcelas, de 1,4m x 7m (7 hileras distanciadas a 20 cm) se sembraron el 22 de marzo 1995 con la variedad Buck Charrúa (comercialmente recomendada para doble propósito), a una densidad de 200 plantas/m<sup>2</sup>. La emergencia ocurrió el 29 de marzo.

Los tratamientos consistieron en una única defoliación anual en diferentes fechas: 11/5, 18/5, 27/5, 8/6, 14/7, 10/8 y un testigo sin defoliar. Se utilizaron 4 repeticiones por tratamiento. La producción de materia seca acumulada en cada una de las 4 repeticiones por tratamiento se estimó cortando el

pasto a 10 cm de altura, en un área de 1 m<sup>2</sup>, el cual se secó en estufa a 70° C hasta peso constante.

Previo a cada defoliación, se extrajeron 5 plantas de cada repetición para determinar el estado de desarrollo del ápice (escala de Nerson et al., 1980) y de la elongación de los entrenudos.

En dos oportunidades (18/5 y 14/7) se muestrearon 5 plantas de cada tratamiento para determinar: Cantidad de macollas/planta (M), Cantidad total de hojas en el tallo principal (HTP), Cantidad total de hojas verdes (HV) y Cantidad total de hojas muertas (HM).

El 15 de diciembre se cosechó el grano del área defoliada en cada tratamiento, se contó el número de espigas y con posterioridad a la trilla se pesaron los granos y se determinó el peso de 1000 de ellos.

La distribución de las parcelas a campo se realizó según un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones. El análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el programa MSTAT (Michigan State University), y las comparaciones de medias por el método de Diferencias Mínimas Significativas (DMS).

**Tabla 1.** Precipitación (mm) media mensual histórica (35 años) y precipitación mensual del año de ensayo (1995).

*Table 1. Long-term mean monthly precipitation (mm, 35 years) and monthly precipitation during the study year (1995).*

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Histórica</b>	69,4	66	75,7	62,6	40	34	33	27,2	49	68,8	62,4	69
<b>Año ensayo</b>	31	36	85	20	0	3	0	6	3	40	90	46

## RESULTADOS Y DISCUSION

El año de ensayo se caracterizó por una marcada sequía invernal que se inició en el mes de abril, con sólo el 32 % de la media histórica, y se exten-

dió hasta el mes de septiembre (Tabla 1). En el período de 6 meses de sequía, la precipitación total fue tan sólo el 13 % del total histórico. A fin de asegurar la supervivencia del cultivo y evitar la manifestación de efectos visibles del estrés hídrico sobre las plantas, se realizaron riegos complementarios.

**Producción de materia seca acumulada.** Los estados de desarrollo del ápice, producción acumulada, tasas de producción y componentes del rendimiento de pasto en diferentes fechas de defoliación figuran en la Tabla 2.

En las dos primeras fechas las plantas se encontraban en estado vegetativo, en la tercera los ápices estaban en el estado de doble arruga, sin elongación de entrenudos y sólo en la última fecha, fueron eliminados los ápices por el tratamiento de defoliación.

Como demuestran las observaciones del estado de desarrollo del ápice de crecimiento, la variedad utilizada pasó del estado vegetativo al reproductivo en sólo 59 días desde la emergencia. Ello se debería a que Buck Charrúa es una variedad facultativa, es decir que requiere fotoperíodo largo pero no frío para diferenciar su ápice. Por lo tanto, sus requerimientos de luz serían satisfactorios al sembrarla temprano (marzo), alcanzando rápidamente el estado reproductivo del ápice e induciendo una fase vegetativa corta para la producción de pasto.

La producción acumulada de materia seca aumentó significativamente ( $p < 0,05$ ) en las sucesivas fechas de defoliación (Tabla 2), a partir del 18/5. La falta de diferencias entre las dos primeras fechas de defoliación, con las plantas en estado vegetativo, se debería a que si bien la tasa de acumulación diaria de materia seca desde la emergencia al 11/5 fue de 17,1 kg/ha/día, y a partir de aquí aumentó a 17,2 kg/ha/día, los días transcurridos a la segunda fecha sólo fueron 7.

Al momento de la tercera defoliación (27/5), con el ápice en estado reproductivo, la tasa diaria de producción de materia seca fue de 20,9 kg/ha/día desde la emergencia, y 41,4 kg/ha/día desde la fecha previa. Esto se tradujo en una producción acumulada significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) respecto a la acumulación de materia seca en las dos primeras fechas.

De aquí en más, la acumulación de materia seca en las sucesivas fechas de defoliación aumentó significativamente ( $p < 0,05$ ). Así por ejemplo al 8/6, con el ápice en estado de espiguilla terminal y sin elongación de entrenudos, la tasa de acumulación de materia seca fue de 22,6 kg/ha/día desde la emergencia, y 32,3 kg/ha/día desde la fecha anterior. Esto le permitió acumular una cantidad (1588 kg/ha) significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) de materia seca.

Al 14/7, con la espiga formada y entrenudos elongándose, los 36 días desde la última fecha a una tasa de acumulación de materia seca de 11,4 kg/ha/día, también le permitieron acumular una cantidad de pasto significativamente mayor ( $p < 0,05$ ; 1998 kg/ha). En este momento la cantidad total de hojas del tallo principal se incrementó en un 45 %, y el número total de hojas muertas por planta en un 167%, con respecto a la primera observación realizada en el estado vegetativo (Tabla 2). Al mismo tiempo, la cantidad promedio total de hojas verdes por planta permaneció casi inalterable (12,8 vs. 13,9), para la misma cantidad de macollas/planta (5,8 vs. 5,6)

Por último la defoliación del 10/8, incluyó no solo hojas vivas, muertas y en senectud, sino también los tallos elongados, lo cual permitió obtener la máxima ( $p < 0,05$ ) acumulación total de materia seca /ha, con una tasa de acumulación de materia seca de 20,6 kg/ha/día desde la emergencia.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Dunphy et al. (1982) quienes obtuvieron un aumento de entre 34,6 y 46,6% en la acumulación de materia seca de dos variedades de trigo, al retrasar la finalización del pastoreo desde el estado de encañazón temprano al momento en que los entrenudos tenían una elongación cercana a los 7 cm.

**Producción de grano.** El rendimiento de grano fue bajo en todos los tratamientos (Tabla 3), posiblemente debido en gran medida a las condiciones de sequía durante 6 meses del ciclo del cultivo. No obstante, el tratamiento sin defoliar superó significativamente ( $p < 0,05$ ) a los tratamientos con defoliación el 11/5, 18/5, 27/5 8/6, 14/7 y 10/8 en un 32%, 29%, 56%, 95%, 110% y 169%, respectivamente. Estos resultados no coinciden con los encontrados por Merchán et al. (2006) en un ensayo previo realizado en el mismo campo

**Tabla 2.** Estado del ápice, producción acumulada, tasas de producción y componentes del rendimiento de pasto en diferentes fechas de defoliación de trigo.**Table 2.** *Grass developmental apex stage, cumulative production, production rates and yield components at different defoliation dates.*

<b>Fecha de defoliación</b>	11/5	18/5	27/5	8/6	14/7	10/8
<b>Estado del ápice*</b>	V	V	DA	ET	EE	E>10cm
<b>Prod. Acumulada de materia seca (kg/ha)</b>	737 e	860 e	1233 d	1588 c	1998 b	2726 a
<b>Tasa diaria de prod. de materia seca desde la emergencia (kg/ha/día)</b>	17,1	17,2	20,9	22,6	18,8	20,6
<b>Tasa diaria de prod. de materia seca entre fechas consecutivas (kg/ha/día)</b>	17,6	41,4	32,3	11,4	27,0	
<b>Nº medio de macollas/planta</b>		5,8			5,6	
<b>Nº total (verdes + muertas) de hojas/tallo principal.</b>		6,4			9,3	
<b>Nº total de hojas verdes/ planta</b>		12,8			13,9	
<b>Nº total de hojas muertas/planta</b>		5,16			13,8	
Valores seguidos por letras distintas en la misma fila difieren significativamente (LSD al 5%) Values followed by different letters in the same row are statistically significant (LSD at 5%)						

experimental y con la misma variedad. Durante su estudio sin embargo, las condiciones climáticas fueron muy diferentes, y no se encontraron diferencias en el rendimiento entre plantas defoliadas y no defoliadas, cuando la defoliación se realizó al inicio del estado reproductivo. Nuestros resultados tampoco concuerdan con aquellos de Lutz et al. (2000b), obtenidos en un ensayo de invernáculo, con otra variedad de trigo defoliada en doble arruga.

Si comparamos los tratamientos con defoliación entre sí, vemos que a medida que se atrasó la fecha de defoliación se redujo ( $p < 0,05$ ) el rendimiento de grano. Los rendimientos más bajos ( $p < 0,05$ ) de producción de grano se obtuvieron en los estados reproductivos avanzados del ápice (ET, EE y E>10cm, Tabla 3). Los tratamientos con defoliaciones en estado vegetativo del ápice (11/5 y 18/5) produjeron la misma cantidad de grano ( $p > 0,05$ ) y superaron significativamente ( $p < 0,05$ ) al resto de los tratamientos que fueron defoliados a partir de la diferenciación del ápice de vegetativo a reproductivo (Tabla 3). Este resultado se debe a que las plantas defoliadas no intensamente en estado vegetativo, recuperan rápidamente su área foliar, no afectando tan seriamente su rendimiento comparado a las plantas defoliadas más tarde durante la estación de crecimiento. Dunphy et al. (1984) encontraron que cuanto mayor era el índice de área foliar en anthesis, mayor fue el rendimiento de grano, aún cuando la defoliación fuera realizada en estado reproductivo del ápice.

La defoliación realizada el 27/5, con el ápice en estado de doble arruga, redujo significativamente ( $p < 0,05$ ) el rendimiento en un 16 % con respecto al promedio de las defoliaciones en estado vegetativo (Tabla 3). Las defoliaciones realizadas con posterioridad, en espiguilla terminal (ET) y entrenudos elongados (EE), redujeron aún más y significativamente ( $p < 0,05$ ) el rendimiento de grano en un 33 y 38%, respectivamente. Dunphy et al. (1982) también hallaron disminuciones en el rendimiento de grano cuando se atrasó la defoliación hasta el estado de encañazón tardío (ápices a 7,5 cm) y sin eliminar ápices. Krenzer et al. (1995) encontraron que el rendimiento de grano disminuyó drásticamente cuando la defoliación fue más allá de la aparición del “primer entrenudo hueco”.

La defoliación realizada con los ápices por encima de la altura de corte (10/8) redujo el rendimiento en un 62,8% con respecto al control. Este resultado es similar a lo encontrado por Merchán et al. (2006) con la misma variedad, cuando la defoliación eliminó los ápices.

Los rendimientos de grano encontrados no pueden ser explicados a través de la cantidad de espigas /m<sup>2</sup>, ya que la misma no muestra una tendencia definida (Tabla 3). Un comportamiento similar se observa en el P1000, excepto en el tratamiento sin defoliación que tuvo un peso significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) al resto de los tratamientos.

**Tabla 3.** Rendimiento de grano (kg/ha), N° de espigas/m<sup>2</sup> y Peso de 1000 granos (P 1000)*Table 3.* Grain yield (kg/ha), spike number/m<sup>2</sup> and weight of 1000 grains (P 1000)

<b>Fecha Defoliación</b>	<b>Sin Defoliar</b>	<b>11-May</b>	<b>18-May</b>	<b>27-May</b>	<b>8-Jun</b>	<b>14-Jul</b>	<b>10-Ag</b>
<b>Estado del ápice*</b>		V	V	DA	ET	EE	E>10cm
<b>Kg grano/ha</b>	635 a	481 b	492 b	406 c	327 d	302 de	236 e
<b>Espigas/m<sup>2</sup></b>	277 a	259 a	265 a	245 ab	209 bc	169 cd	151 d
<b>P 1000</b>	30,9 a	27,1 b	26,2 bc	27,2 b	24,7 bc	24,5 bc	23,8 c

Valores seguidos por letras distintas en la misma fila difieren significativamente (LSD al 5%)  
 Values followed by different letters in the same row are statistically significant (LSD at 5%)

## CONCLUSIONES

La producción de materia seca promedio de las defoliaciones en el estado vegetativo, doble arruga, espiguilla terminal, elongación de entrenudos y con ápices por encima de la altura del tratamiento de defoliación fue de 798,5, 1233, 1588, 1998 y 2726 kg/ha, respectivamente.

En las condiciones de este ensayo, la variedad Buck Charrúa defoliada con el ápice en el estado vegetativo, doble arruga, espiguilla terminal, elongación de entrenudos y con ápices eliminados redujo el rendimiento de grano en un 23, 36, 49, 52 y 63%, respectivamente.

La variedad Buck Charrúa utilizada bajo las condiciones de este ensayo tuvo un período vegetativo de sólo 59 días, por lo cual no debería ser recomendada para su utilización con doble propósito.

## REFERENCIAS

- Dunphy, D.J., M.E. McDaniel y E.C. Holt (1982). Effect of forage utilization on wheat grain yield. *Crop Science* 22: 106-109.
- Dunphy, D.J., E.C. Holt y M.E. McDaniel (1984). Leaf area and dry matter accumulation of wheat following forage removal. *Agronomy Journal* 76: 871-874.
- Hernández, O. (1969). Efecto de la época e intensidad del pastoreo sobre el rendimiento en grano de trigo doble propósito. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 6: 155-165.
- Krenzer, E.G. Jr (1991). Wheat for pasture. Oklahoma Cooperative Extension Service Bull. 2586.
- Krenzer, E.G. Jr (1995). Management practices and net returns in a wheat-stocker enterprise. Oklahoma Cooperative Extension Service. PT 95-18. Vol. 7, N° 18.
- Lutz, E.E., H.D. Merchán y A.E. Morant (2000a). Carne y grano de un trigo doble propósito en condiciones semiáridas. *Phyton, Revista Internacional de Botánica Experimental* 67: 195-200.
- Lutz, E.E., H.D. Merchán y A.E. Morant (2000b). Estado de desarrollo de la planta de trigo (var. Prointa Pincén) al momento de la última defoliación y su rendimiento en grano. *Phyton, Revista Internacional de Botánica Experimental* 68: 83-87.
- Merchán, H.D., E.E. Lutz y A.E. Morant (2006). Producción de un trigo doble propósito. *Phyton, Revista Internacional de Botánica Experimental* 75: 41-46.
- Nerson, H., M. Sibony y M.J. Pinthus (1980). A scale for the assessment of the developmental stages of wheat (*Triticum aestivum* L.) spike. *Annals of Botany* 45: 203-204.
- Redmon, A., G.W. Horn, E.G. Krenzer Jr y D.J. Bernardo (1995). A review of livestock grazing and wheat grain yield: Boom or Bust. *Agronomy Journal* 87: 137-147.
- Redmon, A., E.G. Krenzer Jr, D.J. Bernardo y G.W. Horn (1996). Effect of wheat morphological stage at grazing termination on economic return. *Agronomy Journal* 88: 94-97.