

Macollamiento y acumulación de materia seca en plantas individuales de avena con distintos momentos de defoliación.

Tillering and dry matter accumulation in individual plants of oat with different moments of defoliation.

Bazán¹, A.M.; F.R. Delfino¹; C.M. Ferri^{1*} & M.A. Brizuela²

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar, a nivel de planta individual, el efecto de la defoliación sobre la dinámica de macollamiento y de acumulación de materia seca (MS) en avena (*Avena byzantina* C. Koch.) cv. Milagros INTA. El estudio se realizó durante la temporada de crecimiento de 2007, con semillas de avena sembradas el 4 de Marzo. Los tratamientos consistieron en un testigo (sin defoliación) y dos momentos de inicio de la defoliación y tres fechas de cosecha. El inicio de la defoliación se estableció por el número de hojas expandidas: tres (temprana) y seis (pleno macollaje). El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial de los tratamientos (defoliación x fecha de cosecha) y tres repeticiones. Los tratamientos de defoliación se generaron el 5 de Abril (temprana) y el 3 de Mayo (pleno macollaje) con cortes a 5 cm de altura. Las dinámicas de macollamiento y de acumulación de MS se evaluaron en tres momentos: uno a principio de junio, y los otros dos con intervalos de alrededor de 30 días. La densidad de macollos y la acumulación de MS en plantas individuales de avena con defoliación temprana y sin defoliación mostraron un patrón similar ($p > 0,05$). Por el contrario, las plantas con la defoliación en pleno macollaje registraron valores inferiores ($p < 0,05$) para ambas variables. Bajo las condiciones de crecimiento del presente estudio se concluye que la defoliación temprana no promueve el macollamiento ni la acumulación de materia seca, en pleno macollaje ambas variables se deprimen.

Palabras claves: avena, defoliación temprana, macollamiento, acumulación de materia seca.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate, at individual plant level, the effect of early defoliation on the dynamics of tillering and dry matter (DM) accumulation in oat (*Avena byzantina* C. Koch.) cv. Milagros INTA. The study was carried out at Santa Rosa (La Pampa, Argentina) during the 2007 growing season with oat seeds sowed on March 4. The treatments consisted of a control (without defoliation) and two initial defoliation times, and three harvest dates. The beginning of defoliation was established according the num-

¹Facultad de Agronomía, UNLPam. CC 300, L6300 Santa Rosa, La Pampa.

²Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, CIC Buenos Aires. CC 276, 7620 Balcarce, Buenos Aires.

*E-mail: ferri@agro.unlpam.edu.ar

ber of expanded leaves: three (early) and six (tillering). The experimental design was completely randomized with a factorial arrangement of treatments (defoliation x harvest date) and three replicates. Defoliation treatments were generated on April 5 (early) and on May 3 (tillering) by cuts to a height of 5 cm. The dynamics of tiller density and DM accumulation were evaluated in three dates: one early on June, and the other two with a 30 day frequency. The tiller density and DM accumulation of individual oat plants with early defoliation and without defoliation showed a similar pattern ($p>0.05$). On contrary, plants with late defoliation showed lower values ($p<0.05$) in both variables. Under the condition of this study, it is possible to conclude that early defoliation did not promote neither tillering nor dry matter accumulation, in tillering both variables get depressed.

Key words: oat, early defoliation, tillering, dry matter accumulation.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de verdeos de invierno se utilizan para cubrir el déficit de forraje invernal en los sistemas de producción animal con altos requerimientos individuales (por ej., novillos en engorde o vacas de tambo). La avena blanca (*Avena sativa* L.) y la amarilla (*Avena byzantina* C. Koch.) son los cultivos invernales más difundidos en el área de la región pampeana (INDEC, 2002). En particular, el cv. Milagros INTA fue caracterizado, en comparación con los cultivares de avenas más utilizados, con un crecimiento inicial intermedio, buena capacidad de rebrote y tolerancia al frío (Amigone & Tomaso 2008). Entre los principales usos de la avena se pueden citar el pastoreo directo, el doble propósito, la cosecha de grano para consumo humano o animal, la producción de heno y de semillas.

En los últimos años se promovió la práctica de la defoliación temprana de avenas mediante el pastoreo para favorecer el macollamiento de las plantas y la acumulación de forraje para obtener un único aprovechamiento otoño-invernal (Brizuela *et al.*, 2006; Rodríguez Elizagaray *et al.*, 2007; Brizuela & Cid, 2008). La defoliación temprana involucra un pastoreo de corta duración realizado a las dos o tres semanas desde de la emergencia, cuando las plantas alcanzan el estado de tres a cuatro hojas. El pastoreo precoz del verdeo reduciría las pérdidas de humedad por transpiración y promovería el ma-

collamiento al mejorar el ambiente lumínico y el desarrollo radicular (Rodríguez Elizagaray *et al.*, 2007). Sin embargo, los trabajos experimentales relacionados con la defoliación temprana son escasos y, además, contradictorios. La corroboración experimental de los efectos de la defoliación temprana se ha realizado a través de la comparación de los niveles de macollamiento de verdeos con y sin defoliación temprana, en un momento determinado a partir de la defoliación. Además, los mismos se han desarrollado a nivel de parcela lo que dificulta la interpretación del proceso que determina las diferencias en la densidad poblacional de macollos.

El presente trabajo busca avanzar sobre la definición del momento de inicio del primer aprovechamiento en verdeos invernales, con el fin de mejorar la cantidad y la calidad de biomasa producida. El objetivo del mismo fue evaluar, a nivel de planta individual, el efecto de la defoliación inicial sobre la dinámica de macollamiento y de acumulación de materia seca en relación con el tiempo térmico en avena (*Avena byzantina* C. Koch.) cv. Milagros INTA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos y dispositivo experimental

El trabajo se realizó durante la temporada de crecimiento 2007, en el campo de enseñanza de la Facultad de Agronomía, Universidad

Nacional de La Pampa (36°46' de lat. Sur; 64° 16' long. Oeste; 210 msnm). Los tratamientos consistieron en un testigo (ODI; sin defoliación inicial) y dos momentos de inicio de defoliación, temprana (DI 3h; defoliación inicial con 3 hojas) y pleno macollaje (DI 6h; defoliación inicial con 6 hojas), y tres fechas de cosecha. La defoliación en estado de macollaje pleno de las plantas se incluyó en el trabajo por constituir la forma habitual de inicio del aprovechamiento de los verdes invernales (Amigone & Kloster 1997). El diseño experimental fue completamente al azar, con arreglo factorial de los tratamientos (defoliación x fecha de cosecha) y tres repeticiones. La unidad experimental fue la planta individual creciendo en un tubo de PVC con un área de 314 cm² y una altura de 50 cm, a los cuales se le adicionó 4,9 kg de suelo (MO: 2,52 %; P: 26,9 ppm; pH = 6,0). Los tubos fueron enterrados 45 cm en el suelo a una distancia de 60 cm entre ellos y el área alrededor de los mismos se desmalezó en forma manual. La siembra se realizó el 4 de marzo, colocando en cada tubo 5 semillas de avena amarilla (*Avena byzantina* C. Koch.) cv. Milagros INTA y fueron cubiertas con 1,5 cm de suelo. A los 10 días de la emergencia se efectuó el raleo de plantas, dejando una sola por

tubo. Una vez por semana, durante todo el periodo experimental, se le agregó 100 ml de agua destilada por tubo, salvo en aquellas semanas con lluvias. La defoliación inicial temprana se efectuó el 5 de abril y en pleno macollaje el 3 de mayo a 5 cm de altura, simulando el corte del bocado de un animal. A principios de junio (90 días desde la siembra), y con intervalos de alrededor de 30 días, se iniciaron las cosechas para evaluar la variación en la densidad de macollos y en la acumulación de MS en cada tratamiento de defoliación. Los periodos de rebrotes (desde la generación de los tratamientos a cada fecha de cosecha) fueron para la defoliación temprana de 55, 85 y 112 días y para la tardía de 30, 60 y 87 días (Figura 1).

Densidad de macollos y acumulación de materia seca

Los muestreos, sobre cada tratamiento y repetición, fueron destructivos con corte de cada planta a nivel del suelo. En cada fecha de cosecha se cuantificó el número de macollos y, luego, las plantas fueron secadas en estufa (60 °C, durante 72 horas) y pesadas para determinar la acumulación de MS por fecha de cosecha.

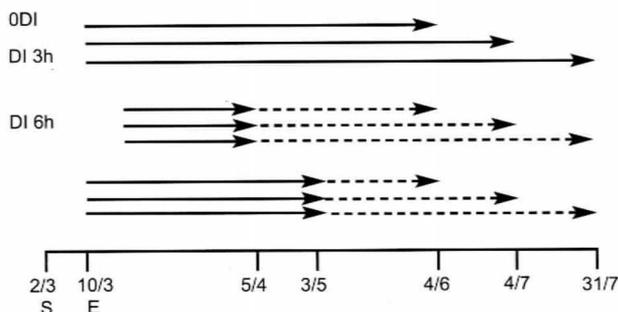


Figura 1. Representación esquemática de los tratamientos de defoliación y fecha de cosecha. Testigo (ODI; sin defoliación inicial) y dos momentos de inicio de defoliación, temprana (DI 3h; 3 hojas) y pleno macollaje (DI 6h; 6 hojas), S, siembra; E, emergencia de plántulas; → Periodos entre emergencia y cosecha (ODI) o emergencia y generación de la defoliación (DI 3h y DI 6h); -→ Periodos de rebrote (DI 3h y DI 6h).

Condiciones de crecimiento

Para caracterizar las condiciones de crecimiento de las plantas se estimó la suma térmica, desde la emergencia de plántulas hasta cada fecha de cosecha. Las temperaturas máximas y mínimas diarias del aire, registradas en abrigo meteorológico a 1,50 m de altura (Figura 2a), se obtuvieron de la Estación Meteorológica de la Facultad de Agronomía, ubicada a 1,0 km del sitio experimental. La sumatoria de los grados días (GD) del período de evaluación (Figura 2b), comenzando el 10 de marzo (emergencia de plántulas), se calculó como:

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_m - T_b), \text{ donde si } GD < T_b \text{ entonces } GD = T_b$$

donde T_m es la temperatura media diaria ((Temp. máxima diaria + Temp. mínima diaria)

/ 2), T_b es la temperatura base (0°C) y n es el número de días desde la emergencia. La temperatura base 0°C fue utilizada por varios autores en trabajos con gramíneas anuales de crecimiento invernal (Davidson & Campbell, 1983; Sonogo *et al.*, 2000). Su uso se sustenta en que la tasa de elongación foliar por debajo de esta temperatura tiende a ser despreciable.

Análisis estadístico

Las variables densidad de macollos y acumulación de materia seca por planta en los diferentes fechas de cosecha se analizaron mediante análisis de la variancia con un diseño completamente al azar con arreglo factorial de los tratamientos. Las diferencias entre medias se establecieron mediante test de Tukey ($\alpha=0,05$).

2 a)



2 b)

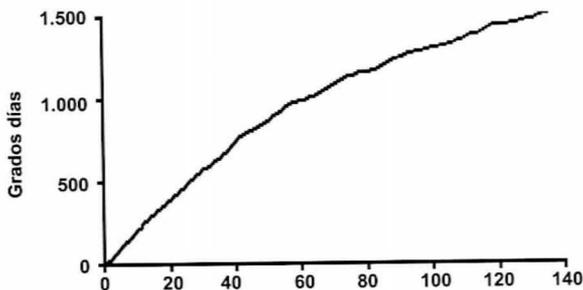


Figura 2. a) Temperatura media diaria, y b) grados días acumulados (base 0°C), desde el inicio de la emergencia (10-03-2007) en avena cv. Milagros INTA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de macollos por planta

No se encontró diferencias ($p > 0,05$) en la densidad de macollos por planta entre tratamientos, cuando la misma se relacionó con los grados días acumulados (base 0°C) hasta la primera fecha de cosecha (Figura 3). Por el contrario, mientras las plantas con defoliación con 3 hojas expandidas y las sin defoliar continuaron sin expresar diferencias, las plantas defoliadas con 6 hojas mostraron un menor ($p < 0,05$) número de macollos (Interacción momentos de defoliación x fecha de cosecha; $p < 0,05$). Estos resultados demuestran que la variación en la densidad de macollos por planta en el tratamiento con defoliación temprana mostró un patrón similar al testigo.

La densidad de macollos por planta es una función del equilibrio entre la tasa de aparición (TAM) y de mortalidad (TMM) de macollos (Lemaire y Chapman, 1996). Este equilibrio puede ser afectado por el régimen de la defoliación, el cual determina la dinámica del índice del área foliar (IAF), y en última instancia este es el factor que determina la aparición y la muerte de macollos. La defoliación tardía y el consecuente aumento del autosombreo, en el presente trabajo, podría alterar la relación rojo:rojo lejano en la base de planta (Casal *et al.*, 1985) e inducir la elongación de los entrenudos basales e incrementar el riesgo de la decapitación de ápices (Davies, 1988; Briske, 1991). La remoción de ápices situados por sobre el horizonte de la defoliación, debido a la elongación de los entrenudos, podría incrementar la TMM. Mientras que, una cantidad reducida de material foliar verde con capacidad fotosintética posicionado por debajo del horizonte de corte debido a la alengación podría condicionar la TAM.

En trabajos realizados por otros autores, en condiciones de pastoreo, se sugiere que las diferencias observadas en el número de macollos por planta en el pastoreo precoz se aso-

ciarían con el raleo de plantas que producirían los animales (Rodríguez Elizagaray *et al.*, 2007) y esto favorecería el macollamiento. También se podría hipotetizar que el menor número de macollos por planta registrado en plantas sin o con ligera defoliación se deberían a la depresión del macollamiento por el autosombreo a que son sometidas estas plantas.

Los resultados del presente trabajo indican que la defoliación tardía en relación con la temprana y el testigo, deprimiría la densidad de macollos por planta, con lo cual se podría esperar una menor acumulación de materia seca.

Acumulación de materia seca por planta

En la primera fecha de cosecha la acumulación de MS por planta difirió ($p < 0,05$) entre tratamientos de defoliación (Figura 4). Luego, en las siguientes dos fechas de cosecha, en forma similar a la densidad de macollos, las plantas defoliadas con 3 hojas expandidas y las sin defoliar no expresaron diferencias ($p > 0,05$), mientras que las plantas defoliadas con 6 hojas presentaron una menor ($p < 0,05$) acumulación de MS.

Las diferencias en la acumulación de MS por planta, a favor de la defoliación temprana y testigo, con el avance en la estación de crecimiento, se correspondería con la mayor ($p < 0,05$) densidad de macollos que presentaron éstas con respecto a la tardía. La defoliación tardía deprimiría la capacidad de rebrote por los efectos del corte sobre los puntos de crecimiento (decapitación de meristemas apicales) y área foliar remanente (baja eficiencia fotosintética y cantidad) y su consecuente depresión en la capacidad de rebrote. En este sentido, varios autores encuentran que la abundante acumulación de MS del primer aprovechamiento de los verdes se contraponen con una sensible merma en los rebrotes (Amigone & Kloster, 1997; Méndez & Davies, 2000).

Otros autores, a partir de los resultados obtenidos en parcelas bajo corte, donde se

contrastó la defoliación temprana con parcelas sin defoliación, concluyeron al igual que en el presente estudio realizado con plantas individuales, que la defoliación temprana en avena no se correspondió con la promoción del proceso de macollamiento y aumentos en la acumulación de MS (Brizuela *et al.*, 2007; Brizuela & Cid, 2008). En otro estudio realizado en una pastura de avena bajo pastoreo, tanto el número de plan-

tas por unidad de área como el peso de las plantas individuales, en las parcelas pastoreadas en forma precoz y sin pastorear, fueron similares. Mientras que, el número de macollos fue menor en las parcelas sin pastoreo. Además, los macollos en las plantas pastoreadas precozmente presentaron una menor altura sin diferencia de peso, con respecto a las no pastoreadas (Rodríguez Elizagaray *et al.*, 2007).

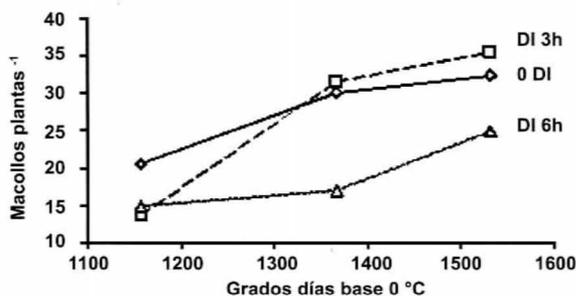


Figura 3. Densidad de macollos por planta en los tratamientos, testigo (0DI, sin defoliación inicial) y dos momentos de inicio de defoliación, temprana (DI 3h; 3 hojas) y pleno macollaje (DI 6h; 6 hojas), en diferentes fechas de cosecha o grados días acumulados (base 0°C) desde la emergencia de avena cv. Milagros INTA.

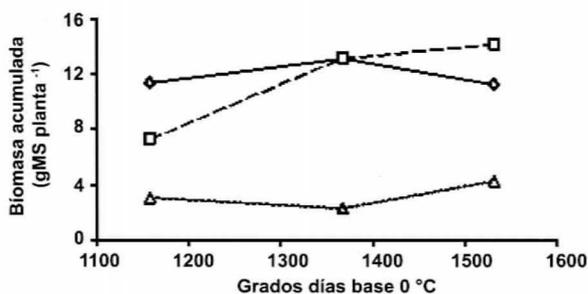


Figura 4. Acumulación de materia seca (MS) por planta en cada muestreo en los tratamientos testigo (0DI, sin defoliación inicial) y dos momentos de inicio de defoliación, temprana (DI 3h; 3 hojas) y pleno macollaje (DI 6h; 6 hojas), en diferentes fechas de cosecha o grados días acumulados (base 0°C) desde la emergencia de avena cv. Milagros INTA.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de crecimiento del presente estudio se concluye que la defoliación temprana no promueve el macollamiento ni la acumulación de materia seca, en pleno macollaje ambas variables se deprimen.

A nivel de sistema de pastoreo, se requeriría evaluar el efecto de la defoliación temprana mediante la cuantificación de la dinámica de la densidad poblacional de macollos, dado que a nivel de planta individual el proceso de macollamiento permanecería sin modificaciones por el efecto de esta práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Amigone, M.A. & A.M. Kloster. 1997. Verdeos de invierno. In: N.J. Latimori & A.M. Kloster (eds.). Invernada bovina en zonas mixtas. Agro 2 Córdoba. INTA, Centro Regional Córdoba. pp. 38-56.
- Amigone, M.A. & J.C. Tomaso. 2008. Principales características de especies y cultivares de verdeos invernales. <http://www.inta.gov.ar> (Consultado el 23 de Setiembre de 2009).
- Briske, D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. en: R.K. Heitschmidt & Stuth (eds.). Grazing management: An ecological perspective. Timber Press, Portland, OR., USA, pp. 85-108.
- Brizuela, M.A.; A. Alasia & M.S. Cid. 2006. Macollamiento de dos cultivares de avena con y sin defoliación temprana. Rev. Arg. Prod. Anim. 26:229-230.
- Brizuela, M.A. & M.S. Cid. 2008. Defoliación temprana y macollamiento en dos cultivares de avena. Rev. Arg. Prod. Anim. 28:349-353.
- Casal, J.J.; V.A. Deregibus & R.A. Sánchez 1985. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium perenne* Lam. vegetative and reproductive plants as affected by red/far-red radiation. Ann. Bot 56:553-559.
- Davies, A. 1988. The regrowth of grass swards. en: M.B. Jones & A. Lazenby (eds.). The grass crop. Chapman Hall, London, UK. pp. 85-127.
- INDEC. 2002. Encuesta Nacional Agropecuaria 2002. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <http://www.indec.gov.ar> (Consultado el 23 de Setiembre de 2009).
- Lemaire G. & D. Chapman. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: J. Hodgson & A.W. Illius (eds.). The ecology and management of grazing systems. CAB International, Wallingford, UK. pp. 3-36.
- Méndez, D.G. & P. Davies. 2000. Actualización en utilización de verdeos invernales. Publicación Técnica N° 30. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. INTA, EEA General Villegas, 37 p.
- Rodríguez Elizagaray, M.; F. Giannitti; E. Odriozola & P. Alvarado. 2007. Manejo alternativo de verdeos de avena: respuesta productiva del forraje al pastoreo precoz. Rev. Arg. Prod. Anim. 27:129-130.
- Sonego, M.; D.J. Moot; P.D. Jamieson; R.J. Martin & W.R. Scout. 2000. Apical development in oats predicted by leaf stage. Field Crops Res. 65:79-86.

