

Red clever yield (*Trifolium pratense* L.) at different haverst age

Rendimiento de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) a diferente edad de cosecha

Rojas-García, Adelaido R.¹; Mendoza-Pedroza, Sergio I.^{2*}; De Lira-Candelas, Ana L.³; Álvarez-Vázquez, Perpetuo⁴; Maldonado-Peralta, María de los Ángeles¹; González-Cerón, Fernando³; Pro-Martínez, Arturo²; Joaquín-Cancino, Santiago⁵; Luna-Guerrero, Milton J.²

¹Universidad Autónoma de Guerrero Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N°2. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. C. P. 41940. ²Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56250. ³Universidad Autónoma Chapingo Departamento de Zootecnia, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. ⁴Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Coahuila, México. ⁵Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Centro Universitario Adolfo López Mateos. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C. P. 87149.

*Autor para correspondencia: sergiomp@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: The objective of this research was to obtain the optimum cutting moment of the red clover by varying the cutting frequency in the spring season.

Design/methodology/approach: The treatments were cuts at different ages (eight weeks) in the spring season. The variables studied were: forage accumulation, botanical and morphological composition, foliar area per stem and photosynthesis. The statistical analysis of the data obtained was performed with the GLM procedure of the SAS statistical package. The results obtained in yield of dry matter showed an increase as the age of regrowth advanced, in week 8, 5013 kg MS ha⁻¹ total were obtained, resulting in the maximum value registered. There was a direct positive relationship between the mass of green leaves, rate of photosynthesis, leaf area per stem and leaf: stem ratio, with the best values recorded at the fourth week of regrowth. The morphological component that contributes most to forage yield was the stem with an average of 55% in all the weeks except the fourth.

Limitations on study/implications: After the fourth week the unwanted structural characteristics increase.

Findings/conclusions: It is concluded that the yield increases as the evaluation time passes and it is recommended to harvest the red clover in the fourth week of regrowth.

Keywords: red clover, week, yield, spring.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de esta investigación fue obtener el momento óptimo de corte del trébol rojo variando la frecuencia de corte en la estación de primavera.

Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 8, agosto. 2019, pp: 11-15.

Recibido: febrero, 2019. **Aceptado:** agosto, 2019.

Diseño/metodología/aproximación: Los tratamientos fueron los cortes a diferente edad (ocho semanas) en la estación primavera. Las variables estudiadas fueron: acumulación de forraje, composición botánica y morfológica, área foliar por tallo y fotosíntesis. El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

Resultados: Los resultados obtenidos en rendimiento de materia seca mostraron un aumento conforme avanzó la edad de rebrote, en la semana 8 se obtuvieron 5,013 kg MS ha⁻¹ total que resultó el máximo valor registrado. Existió una relación positiva directa entre la masa de hojas verdes, tasa de fotosíntesis, área foliar por tallo y relación hoja:tallo, registrándose los mejores valores a la cuarta semana de rebrote. El componente morfológico que más contribuye al rendimiento de forraje fue el tallo con un promedio de 55 % en todas las semanas excepto la cuarta.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Después de la cuarta semana aumentan características estructurales no deseadas.

Hallazgos/conclusiones: Se concluye que el rendimiento se incrementa conforme pasa el tiempo de evaluación y se recomienda cosechar el trébol rojo en la cuarta semana de rebrote.

Palabras clave: trébol rojo, semana, rendimiento, primavera.

idad de gestión. El objetivo de esta investigación fue obtener el momento óptimo de corte del trébol rojo variando la frecuencia de corte en la estación de primavera.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en una pradera de trébol rojo de un año de establecida, ubicada en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, en Texcoco, Estado de México, México, ubicada entre las coordenadas 19° 30' latitud norte y 98° 53' longitud oeste, a una altitud de 2250 msnm. El suelo se analizó en el Laboratorio de Nutrición Vegetal, S.C. y se identificó como suelo franco arenoso, con pH 8.4 y 3.5 % de materia orgánica. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (2004), la fórmula climática de la región es C(W0)(W)b(i)g, que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y época seca en invierno, con poca oscilación térmica, una precipitación media anual de 686 mm y una temperatura media anual de 15.9 °C, siendo mayo el mes más cálido y enero el mes más frío.

Manejo de la parcela

La pradera fue establecida en marzo de 2014. Para el estudio la pradera se dividió en 72 parcelas de 7.2 m² (2*3.6 m). Al inicio del experimento se realizó un corte de uniformización (28 de marzo de 2015), a una altura promedio de 5 cm, con un tractorpodador (John Deere, 540 CC, EEUU). Una semana posterior al corte se inició el muestreo al azar de 9 parcelas obteniendo 1 submuestra de 0.25 m² de cada una de ellas durante ocho semanas consecutivas.

Variables evaluadas

Rendimiento de forraje

Para determinar el rendimiento de

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la estacionalidad en la producción y calidad del forraje, permiten detectar temporadas de abundancia y escasez, así como la magnitud de éstas. Con el análisis de crecimiento de una especie, se puede determinar el manejo estacional de la defoliación que ayude a maximizar la producción de forraje y la producción animal, con el menor deterioro de las praderas (Hodgson, 1990; Hernández-Garay y Martínez, 1997).

La persistencia y rendimiento de una pradera depende del manejo que se practique, el cual influye en su dinámica de crecimiento, es decir, en los cambios en la población y tamaño de tallos, los cuales están estrechamente relacionado con la tasa de aparición, elongación y vida media de las hojas (Hernández-Garay y Martínez, 1997; Mattew *et al.*, 2001; Rojas *et al.*, 2016).

El uso de leguminosas forrajeras contribuye a la fijación de nitrógeno con las bacterias *Rhizobium* presentes en los nódulos de sus raíces y a un mayor valor alimenticio, tanto desde el punto de vista nutritivo como del consumo voluntario (Rojas *et al.*, 2017). No obstante, el trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) cuenta con escasa información sobre su ciclo de producción en México, a pesar de ser una leguminosa utilizada en los sistemas de producción ganadera.

La variación en la producción de forrajes y su calidad a través del año representa uno de los mayores desafíos tecnológicos de los sistemas ganaderos basados en praderas (Oriella, 2006). Cualquier solución dirigida a aumentar la producción de carne o leche en el periodo de déficit está fuertemente influenciada por el clima, fertilidad del suelo, aspectos económicos y capa-

materia seca de forraje después de haber medido las alturas y otras variables, se cortó el forraje que se encontraba dentro de cada cuadro de 0.25 m² (50×50 cm) al azar a nivel del suelo por repetición. El forraje obtenido se depositó en bolsas de papel previamente identificadas, y se sometió a un secado en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55 °C durante 72 horas, para que el forraje alcanzara un peso constante y se registró el peso de la materia seca (MS), para determinar el rendimiento por unidad de superficie (kg MS ha⁻¹). El rendimiento estacional se determinó como la suma del forraje cosechado durante dicha estación.

Composición botánica y morfológica

Para determinar la composición botánica, se utilizó el forraje cosechado para el rendimiento de materia seca del trébol y se separó en sus componentes morfológicos: hojas, tallos, material muerto y otros pastos. Cada componente se secó por separado en una estufa de aire forzado (modelo, marca; ciudad, país de origen), a una temperatura de 55 °C durante 72 horas y se determinó su peso seco.

Relación hoja:tallo

Los datos originados a partir de la composición morfológica (hoja y tallo) de las plantas de trébol, sirvieron para estimar la relación hoja:tallo, la cual se calculó dividiendo la cantidad de hoja entre tallo.

Área foliar por tallo

Para estimar el área foliar (AFT), en cada parcela, se cortaron cinco tallos de trébol a ras de suelo y se separaron en tallo y hoja. Inmediatamente después se colocaron las hojas en un integrador de área fo-

liar de escáner (CID, Inc., CI-202, EEUU) del cual se obtuvieron las lecturas de área foliar en cm² y se dividieron entre cinco para obtener el área foliar por tallo.

Fotosíntesis

Se tomaron lecturas con un sistema portátil medidor de fotosíntesis IRGA (Infra Red Gases Analyzer, USA) anteriormente calibrado, tomando 9 hojas por repetición para hacer la medición, permitió interpretar la fotosíntesis en las plantas de trébol. Las lecturas fueron tomadas a las 13:00 pm.

Análisis estadístico

Las frecuencias de defoliación se asignaron al azar siguiendo los principios de un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones. El análisis estadístico de los datos obtenidos se realizó con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2011). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta el incremento del rendimiento a medida que aumenta la semana de corte. Se observa una tendencia positiva conforme aumenta la edad de cosecha. El rendimiento se incrementó durante el rebrote con r^2 de 0.98, describiéndolo una ecuación lineal.

Los valores van de 1,545 kg MS ha⁻¹ en la primera semana y hasta 5,013 kg MS ha⁻¹ en la semana 8, siendo el mayor valor registrado en toda la estación y con una producción promedio de 3,139 kg MS ha⁻¹ en la estación. Las diferencias entre semanas de corte fueron significativas, tendiendo siempre a tener un crecimiento positivo. El ambiente donde más se adapta el trébol rojo es templado, sin fríos o calores extremos, suelos profundos, fértiles, bien drenados y pH relativamente alto. En estas condiciones puede producir 19 t MS ha⁻¹ año⁻¹ (Andersson et al., 1996). Comparando lo anterior con este trabajo los rendimientos obtenidos fueron altos. Mientras que Montes et al. (2016) reportan un rendimiento en alfalfa a los 49 días de 2,794 kg MS ha⁻¹ en esta estación, en el estado de Oaxaca con un clima templado, comparando lo anterior con este estudio de trébol rojo tuvo una acumulación de 4,257 kg MS ha⁻¹ en la misma edad siendo inferior.

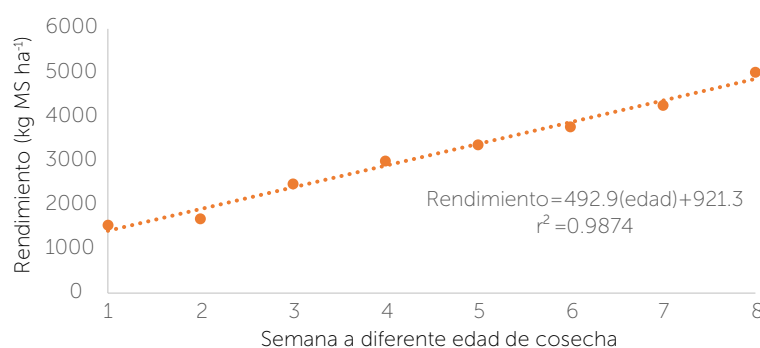


Figura 1. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) de trébol rojo cosechado a diferente edad de rebrote.

Composición botánica y morfológica

La composición botánica y morfológica del trébol rojo se presenta en la Figura 2. En la primera semana se obtuvo el mayor porcentaje de tallo con 73 % y fue disminuyendo considerablemente hasta la tercera semana (45 %), ya que a partir de la cuarta semana fue aumentando lentamente hasta la semana 8 (60 %). Por otra parte, la hoja presentó un porcentaje que va de 15 % en la semana 1 hasta 30 % en la semana 8. Por tanto, se recomienda cosechar el trébol rojo en la cuarta semana es donde se presenta la mayor cantidad de hoja (45 %) y es el componente que contiene mejor calidad nutricional.

De acuerdo con Mendoza *et al.* (2010), la mayor distribución en hoja independientemente de la estación del año ocurrió con cortes cada cuatro y tres semanas para alfalfa, coincidiendo con este estudio de trébol rojo.

Relación hoja:tallo

La relación hoja:tallo sirve como referencia en la calidad del forraje. La tendencia que el trébol siguió durante la etapa de estudio se muestra en la Figura 3. Conforme aumentó la edad de rebrote de la semana uno a la cuatro se incrementó la relación hoja:tallo. Los valores van de 0.21 en la semana 1, llegando a un máximo durante la semana 4 de 0.92. Posteriormente tendió a disminuir progresivamente, a un valor de 0.5 para la semana 8. El valor de r^2 es aceptable con 0.79.

En comparación con Zaragoza *et al.* (2009) quienes reportan una relación hoja:tallo para alfalfa con valores promedio de 1.1 a 0.5 en la semana 1 y 8 respectivamente, los de trébol rojo son bajos y solo coincide en la semana 8 con 0.5. Esto en consecuencia indica que en trébol rojo el tallo se presenta en mayor porcentaje. Al evaluar cinco variedades de alfalfa en el altiplano de

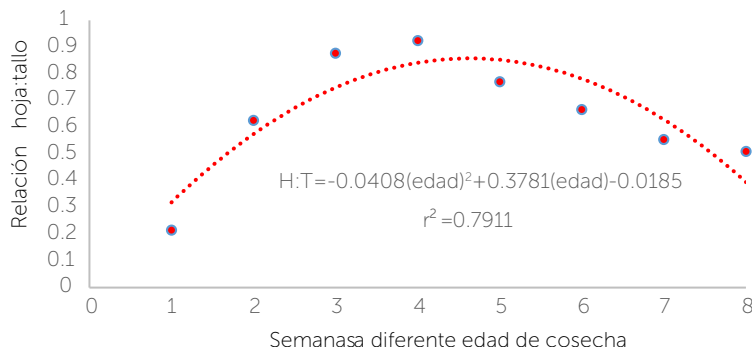


Figura 3. Relación hoja:tallo de trébol rojo cosechado a diferente edad de rebrote.

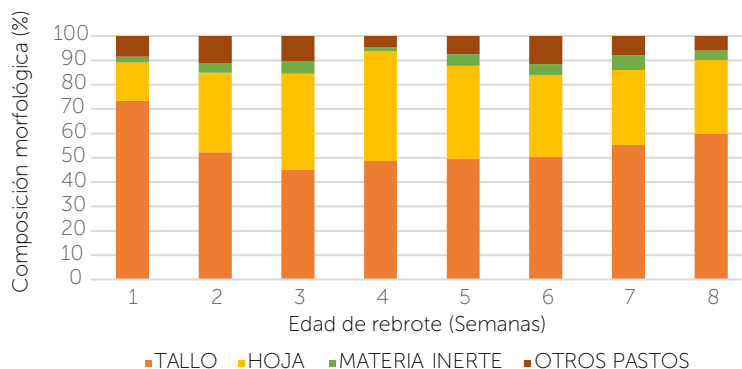


Figura 2. Composición botánica y morfológica (%) de trébol rojo cosechado a diferente edad de rebrote.

México, Rojas *et al.* (2019) encontraron un promedio de relación hoja:tallo a la cuarta semana con 0.94, media similar a lo reportado en esta investigación.

Área foliar por tallo

En la Figura 4 presenta el área foliar (AF) por tallo de trébol rojo, cosechado a diferente edad de rebrote. La mayor AF ($P \leq 0.05$) se observó en la semana 8 con 139 cm^2 y la menor en la semana 2 con 61 cm^2 coincidiendo con el patrón obtenido en altura y rendimiento. Sin embargo, la r^2 de 0.45 obtenida, y lo que se observa en la Figura 7 muestran que el comportamiento en esta variable tuvo muchas diferencias y no un avance constante. En la semana 4 se observó un alza que fue la causante que no siga un crecimiento uniforme, pero esto se puede justificar ya que la semana 4 fue la única con mayor porcentaje de hojas, lo que arrojó un alza en el AF.

De acuerdo con Chapman y Lemaire (1993), la tasa de acumulación neta de forraje es máxima, cuando se alcanza el mayor IAF. A medida que el IAF aumenta, será mayor la cantidad de luz interceptada y más alta la tasa de crecimiento (Horrocks y Vallentine, 1999).

Fotosíntesis

La Figura 5 muestra el comportamiento que siguió la variable de fotosíntesis, encontramos una r^2 de 0.47 un resultado bajo. En general, se observó un incremento progresivo en la tasa de fotosíntesis de la semana uno a la tres, tendiendo a decaer progresivamente conforme aumento la edad de rebrote. La semana donde se registró la mayor fotosíntesis fue la 3 con $46 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, de ahí presentó una caída con $20 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en la semana 6 que fue la menor, volvió a subir a 26 y $24 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en las semanas 7 y 8, respectivamente.

Las plantas tienen la capacidad natural de capturar CO₂ ya que este es necesario para cumplir con sus ciclos fisiológicos, por lo que es necesario poner especial énfasis en el estudio de las plantas nativas de la región para encontrar alternativas viables para capturar el CO₂ emitido por la industria y los automóviles y así contribuir a disminuir los efectos de este gas sobre el cambio climático (Hernández et al., 2007).

CONCLUSIONES

La curva de crecimiento de trébol rojo fue variable dependiendo la semana de evaluación. Conforme aumenta la edad del trébol rojo fue cambiando las características estructurales obteniendo un balance entre calidad y cantidad en la cuarta semana de evaluación con el mayor porcentaje de hoja (45) en la estación de primavera. Se recomienda seguir evaluando esta especie en un tiempo mayor y en otras estaciones del año.

LITERATURA CITADA

- Andersson, B., Marum, B. y Dougherty, C. T. (1996). Persistence. In: Red Clover Science. Taylor NL and Queensberry KH (Eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 119-129 pp.
- Chapman, D. F. and Lemaire, G. (1993). Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proceedings of the XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 (Ed). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Hernández, C. D., Trejo, C. R., Esquivel, A. O., Arreola, A. J. G. y Flores, H. A. (2007). Evaluación de un método para medir fotosíntesis en mezquite (*Prosopis glandulosa*) Unidad Regional Universitaria De Zonas Áridas. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo Dgo. México.
- Hernández-Garay, A. y Martínez, H. P. A. (1997). Utilización de pasturas tropicales. En: Torres H. G. y Díaz, R. P (Eds.) Producción de ovinos en zonas tropicales. Fundación Produce-Inifap. 8-24 pp.
- Hodgson, J. (1990). Grazing Management. Science into Practice. Longman Scientific and Technical. Essex, England. 203 p.
- Horrocks, R. D. y Vallentine, J. F. (1999). Harvested Forages. Academic Press. Oval Road, London. United States of America. 426 p.
- Matthew, C., Van Loo, E. N., Thom, E. R., Dawson, L. A. and Care, D. A. (2001). Understanding shoot and root development. In: Proc. XIX Internatl. Grassland Congress. Brazilian Soc. Animal Husbandry. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. 19-27 pp.
- Mendoza, P. S. I., Hernández-Garay, A., Pérez, P. J., Quero, C. A. R., Escalante, E. J. A. S., Zaragoza, R. J. L. y Ramírez, R. O. (2010). Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 1, 287-296.

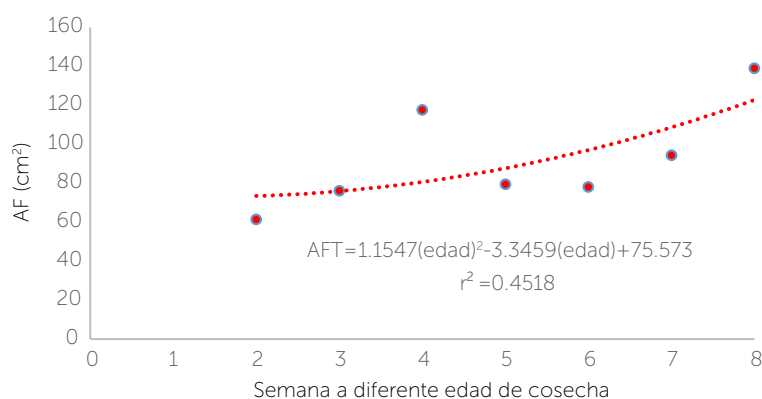


Figura 4. Área foliar (cm²) por tallo de trébol rojo, cosechado a diferente edad de rebrote.

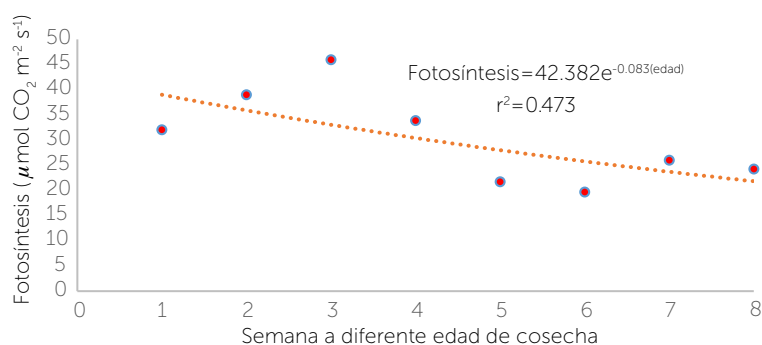


Figura 5. Nivel de fotosíntesis (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) de trébol rojo a diferente edad de rebrote.

- Montes, F. J., Castro, R. R., Aguilar, B. G., Sandoval, T. S. y Solís, O. M. (2016). Acumulación estacional de biomasa área de alfalfa Var. Oaxaca criolla (*Medicago sativa* L.). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7(4), 539-552.
- Oriella, R. Y. (2006). Estacionalidad en la producción de forrajes. Tierra Adentro, Obtenido de Ganadería y praderas 36-39 pp.
- Rojas, G. A. R., Hernández, G. A., Joaquín, C. S., Maldonado, P. M. A., Mendoza, P. S. I., Álvarez, V. P. y Joaquín, T. B. M. (2016). Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(8), 1855-1866.
- Rojas, G. A. R., Torres, S. N., Joaquín, C. S., Hernández-Garay, A., Maldonado, P. M. A., Sánchez, S. P. (2017). Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Agrociencia, 51, 697-708.
- Rojas, G. A. R., Torres, S. N., Maldonado, P. M. A., Herrera, P. J., Sánchez, S. P., Cruz H. A., Mayren, M. F. J. y Hernández, G. A. (2019). Rendimiento de forraje y sus componentes en variedades de alfalfa en el altiplano de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 10(1), 239-253.
- SAS. (Statistical Analysis System). (2011). SAS Proceeding Guide, Versión 9.0 SAS Institute. Cary NC. USA.
- Zaragoza, E. J., Hernández, G. A., Pérez, P. J., Herrera, H. J. G., Osnaya, G. F., Martínez, H. P. A., González, M. S. S. y Quero, C. A. L. (2009). Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada de alfalfa-pasto ovollo. Técnica Pecuaria en México, 47(2), 173-188.