

Rendimiento de trébol blanco asociado con pasto ovinillo a diferentes frecuencias de pastoreo

Joel Ventura Ríos¹
Edgar Hernández Moreno²
Mario Alberto Santiago Ortega³
Claudia Yaneth Wilson García⁴
María de los Ángeles Maldonado Peralta⁵
Adelaido Rafael Rojas García^{5§}

¹Asesor Técnico en Reproducción Animal, Abs Global 406, Gardner Ave. 10, Twin falls ID 83301, EE. UU (joelventur@gmail.com). ²Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería- Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillo, Estado de México, México. (edgarhdmoreno@gmail.com). ³Centro de Desarrollo Tecnológico Tatakin. Carretera Tzucacab Noh-Bec km 4.5, Tzucacab, Yucatán, México. (saomar87@gmail.com). ⁴Universidad Autónoma Chapingo. San Luis Acatlán-Tlapa km 5.5, San Luis Acatlán, Guerrero. CP. 41603. (claudiawilson@colpos.mx). ⁵Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Núm. 2-Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. CP. 41940. (mmaldonado@uagro.mx; rogarcia.05@hotmail.com).

§Autor para correspondencia: rogarcia.05@hotmail.com.

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento del trébol blanco (*Trifolium repens* L.) asociado con pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) a cuatro frecuencias de pastoreo. Los tratamientos fueron las frecuencias fijas de 28 d en primavera-verano y 35 d en otoño-invierno y cuando la pradera intercepto 95 y 100% de radiación interceptada. Los tratamientos se asignaron a unidades experimentales de acuerdo con un diseño de bloques al azar en parcelas divididas con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia seca (RMS), composición botánica y morfológica (CBM, %), tasa de crecimiento (TC), radiación interceptada (RI, %) y altura. La frecuencia de pastoreo durante el invierno modifico la acumulación de materia seca (3 885 kg MS ha⁻¹; $p < 0.05$). La TC fue mayor en la frecuencia de pastoreo a 28 d en primavera (70 kg MS ha⁻¹ d⁻¹; $p < 0.05$). La mayor altura se alcanzó a 28 d en el verano (26 cm; $p < 0.05$). La frecuencia de pastoreo no afecto el rendimiento de la pradera, excepto en invierno cuando el mejor rendimiento se obtuvo al pastorear al 95% de RI. La RI y la altura de la planta son indicativos del rendimiento de materia seca y momento óptimo de cosecha.

Palabras clave: frecuencia de pastoreo, gramínea, leguminosa.

Recibido: enero de 2020

Aceptado: marzo de 2020

Introducción

En la zona templada de México existen sistemas de producción animal que basan su alimentación en praderas puras y asociadas (Rojas *et al.*, 2016a). Las gramíneas más utilizadas en esta zona son: el pasto ovilla u orchard (*Dactylis glomerata* L.), ballico o raigrás anual (*Lolium multiflorum* L.), festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreber), ballico o raigrás perenne (*Lolium perenne* L.) los cuales se encuentran como monocultivo o asociados a leguminosas como trébol blanco (*Trifolium repens* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L.)

Estas especies se encuentran sembradas en aproximadamente 171 520 hectáreas, que representa el 13% de la superficie total de esta zona (Améndola *et al.*, 2005). Algunos trabajos dirigidos en México y en otras latitudes del mundo de zona templada (Black *et al.*, 2009) han reportado que las asociaciones de gramíneas y leguminosas incrementan el rendimiento de biomasa (Rojas *et al.*, 2016a; Sanderson *et al.*, 2013), se mejora la calidad del forraje (Lee, 2018) y la fertilidad del suelo por las propiedades y fisiología de las leguminosas para fijar nitrógeno (N) de manera simbiótica (Randazzo *et al.*, 2013; Rojas *et al.*, 2017).

Es necesario considerar una proporción no mayor al 40% del trébol blanco al momento de establecer el cultivo (Rojas *et al.*, 2016b), ya que la competencia por agua, luz y otros nutrientes puede afectar el desempeño de las gramíneas en la pradera. Los estudios para evaluar la defoliación y aprovechamiento de los forrajes es un tema complejo, ya que el aprovechamiento adecuado de una parcela pura o mixta.

Requiere conocer la dinámica de crecimiento de las especies presentes (Velasco *et al.*, 2001), ya que la producción de biomasa estacional y anual es muy variable a adaptaciones morfológicas y cambios fisiológicos que experimentan las gramíneas y leguminosas en un momento dado (Durand *et al.*, 1999), por ejemplo, periodos largos de sequias, bajas o altas intensidades de luz.

Temperaturas extremas y disponibilidad de nutrientes, así mismo, los ecosistemas de los pastos son cambiantes, ya que los hay, anuales, bianuales y perennes, otra característica importante en las gramíneas, son el tipo de vía fotosintética utilizada, ya que los pastos de zona fría suelen denominarse C₃ y las zonas cálidas C₄; sin embargo, ante el cambio climático, su comportamiento puede ser variable (Stromberg, 2011; Abhishek *et al.*, 2018).

Diversos trabajos dirigidos (Moreno *et al.*, 2015; Rojas *et al.*, 2016a; Maldonado *et al.*, 2017) en el altiplano central mexicano al evaluar diferentes asociaciones de gramíneas y leguminosas, han demostrado que los mayores rendimientos de materia seca se han alcanzado en la época de primavera-verano, sin embargo, los resultados no siempre son consistentes.

Ya que el rendimiento estacional y anual de las plantas forrajeras está en función de las condiciones climáticas y edafológicas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la frecuencia de defoliación en la acumulación de forraje, componentes del rendimiento y composición botánica de trébol blanco asociado con pasto ovilla.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una pradera de trébol blanco asociado con pasto ovido de marzo de 2012 a abril de 2013 en el campo experimental del Colegio de Posgraduados, en Montecillo, Texcoco, Estado de México, a 19° 29' latitud norte y 98° 53' longitud oeste a una altura de 2 240 msnm. El clima del lugar es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 636.5 mm, y un régimen de lluvias en verano (junio a octubre) y temperatura promedio anual de 15.2 °C (García, 2004). El suelo se analizó en el Laboratorio de Nutrición Vegetal, SC en el 2011 y se identificó como suelo franco arenoso, con pH 8.4 y 3.5% de materia orgánica.

Manejo de las praderas y tratamiento

Para conocer el efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la acumulación de materia seca estacional y anual, composición botánica y morfológica, tasa de crecimiento del cultivo (TC), radiación interceptada (RI) y altura de la pradera, se plantearon tres tratamientos que consistieron en pastorear cada 28 días, 95 y 100% de radiación interceptada (RI) durante primavera y verano, y cada 35 días, 95 y 100% de radiación interceptada durante otoño e invierno.

La siembra se realizó al voleo en febrero del 2009 con una densidad de semilla pura y viable a una densidad de 6 kg ha⁻¹ de trébol blanco, mientras que para pasto ovido fue de 20 kg ha⁻¹, con esta proporción se obtuvo una mezcla de 40-60 de trébol blanco y ovido, respectivamente. Se utilizaron nueve parcelas de 9 x 7 m, donde se distribuyeron los tratamientos bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Antes de iniciar la investigación y a mediados de cada estación del año 2012, se realizó un pastoreo de uniformidad, como defoliadores se utilizaron ovinos de la raza Suffolk x Dorset, hasta dejar un área foliar remanente de 5 cm sobre el nivel del suelo y para un mejor manejo se estableció cerco eléctrico en las parcelas experimentales. Durante el período de estiaje, las praderas fueron regadas por gravedad a capacidad de campo cada dos semanas y no fueron fertilizadas.

Datos climáticos

Los promedios mensuales de temperatura a la intemperie (máxima y mínima) y la precipitación mensual durante el periodo de estudio, se obtuvieron de la estación agrometeorológica del Colegio de Postgraduados, situada a 100 m del sitio experimental (Figura 1). La temperatura máxima mensual osciló de 22.1 a 30.2 °C, mientras tanto, la temperatura mínima fue de -2.6 a 11 °C.

La mayor temperatura se presentó en primavera, registrándose la máxima en el mes de abril que fue de 30.2 °C, la temperatura más baja se registró en invierno con -2.6 en el mes de diciembre. La precipitación acumulada de marzo de 2012 a abril de 2013 fue de 613 mm, de los cuales 75.8% se presentó en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre de 2012 acumulando una precipitación de 465 mm.

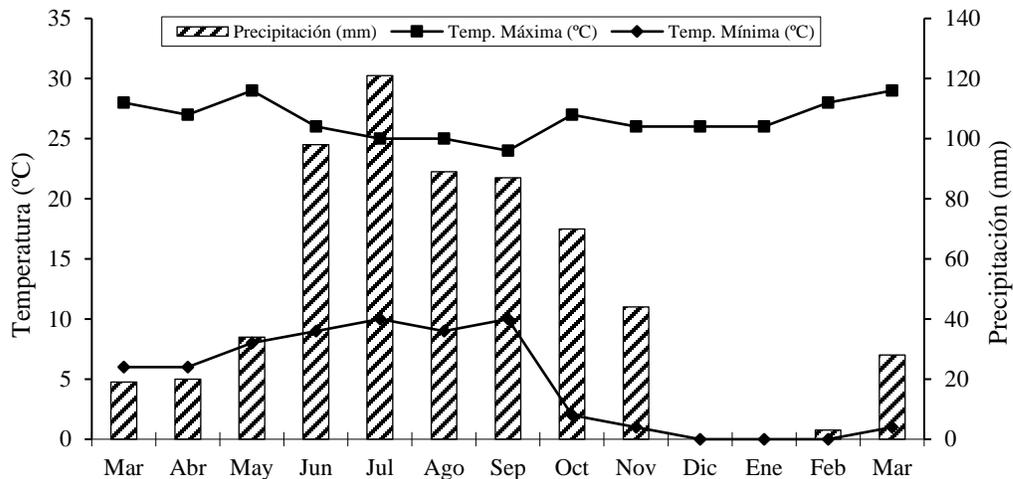


Figura 1. Temperatura media mensual máxima y mínima y precipitación acumulada durante el periodo de estudio.

Rendimiento de materia seca

Después del pastoreo de uniformización, se cortaron tres cuadros de 0.25 m² a una altura de 5 cm a partir del suelo en cada parcela y repetición dependiendo la frecuencia de pastoreo. El forraje cosechado en cada cuadrante se lavó y fue secado en bolsas de papel etiquetadas en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 72 h para estimar la cantidad de materia seca por hectárea.

Composición botánica y morfológica

Para conocer la composición botánica del forraje, se tomó de la muestra para rendimiento de materia seca y se separó en trébol blanco y pastos ovilla. Los componentes morfológicos de trébol blanco (hoja, peciolo, estolón y flor) y pasto ovilla (hoja, tallo y espiga) fueron separados. Cada componente se secó en una bolsa de papel etiquetada y permaneció en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 72 h para determinar su peso seco.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento se calculó con los datos de rendimiento obtenidos en cada corte, en cada una de las repeticiones, con la siguiente fórmula: $TC = R/T$.

Donde: TC= tasa de crecimiento promedio estacional (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); R= rendimiento estacional de forraje (kg MS ha⁻¹); T= días transcurridos en cada corte.

Radiación interceptada

La radiación interceptada, se realizó antes de cada pastoreo mediante el método de la regla de madera descrita por Rojas *et al.* (2016b). Para ello, se tomaron cinco lecturas en cada unidad experimental al azar, consistió en deslizar una regla de madera de 1 m de longitud por debajo del dosel vegetal con una orientación sur-norte. Posteriormente se contabilizaron los centímetros sombreados, los cuales representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel vegetal.

Altura de la pradera

La altura de la planta se midió antes del pastoreo y se tomaron 20 muestras al azar en toda la unidad experimental con una regla graduada de 50 cm de longitud y 1 mm de precisión por arriba del dosel vegetal y se deslizó hasta tocar el primer componente morfológico de la asociación y se registró el dato (Adams *et al.*, 1977).

Análisis estadístico

Los tratamientos se asignaron a unidades experimentales de acuerdo con un diseño de bloques al azar en parcelas divididas con tres repeticiones, donde la parcela grande fue la asociación y los tratamientos las frecuencias de pastoreo. Los datos obtenidos por corte se organizaron por estación y se analizaron con PROC GLM de SAS (SAS Institute, 2009); los promedios se compararon con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Resultados y discusión

Rendimiento de materia seca

En el Cuadro 1 se presentan los datos de rendimiento del trébol blanco asociado al pasto ovillo. En general se observa, que la acumulación de materia seca no fue modificada ($p>0.05$) en primavera, verano y otoño a diferentes frecuencias de pastoreo, sin embargo, en invierno la mayor acumulación de materia seca ($p<0.05$), se presentó a 95% de RI (3 885 kg MS ha⁻¹), el cual supero en 1 925 kg MS ha⁻¹ (equivalente a 98%) a la frecuencia de pastoreo de 100% de RI (1 960 kg MS ha⁻¹) y 1 635 kg MS ha⁻¹ (equivalente a 73%) a la frecuencia de 35 días (2 250 kg MS ha⁻¹).

Cuadro 1. Rendimiento (kg MS ha⁻¹) de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) asociado con pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) a tres frecuencias de pastoreo.

Estación del año	Frecuencia de pastoreo					
	28-35 (d)	RI (%)	95% de RI	Intervalo (d)	100% de RI	Intervalo (d)
Primavera	5 740 a	92	4 385 a	27	5 667 a	30
Verano	5 797 a	93	4 658 a	26	5 341 a	30
Otoño	2 674 b	92	2 915 b	32	3 297 b	39
Invierno	2 250 b	84	3 885 a	38	1 960 c	56
Promedio anual	4 115		3 960		4 066	
EEM	326		198		242	
Significancia	**		**		**	
Rendimiento anual	16 461		15 843		16 265	

Medias con letras minúsculas entre columnas representan diferencia significativa (Tukey, 0.05). * = $p<0.05$; ** = $p<0.01$; d= días.

Por otro lado, el rendimiento anual no fue modificado en las diferentes frecuencias de pastoreo ($p > 0.05$). Otros investigadores (Castro *et al.*, 2012) obtuvieron un rendimiento de 17 275 kg MS ha⁻¹ en praderas mixtas con trébol blanco, pasto ovido y ballico perenne, los cuales son similares a lo encontrado en la presente investigación que fueron de 17 296 y 17 100 kg MS ha⁻¹ en la frecuencia de 28-35 d y 100% de RI, respectivamente. Por otro lado, Rojas *et al.* (2016b) reportaron producciones anuales de 17 589 al evaluar diferentes asociaciones de pasto ovido, ballico y trébol blanco, donde los mayores valores estacionales se presentaron en primavera-verano que fueron de 7 292 y 5 072 kg MS ha⁻¹, respectivamente.

En el presente experimento, de manera muy similar, los mayores promedios de rendimiento estacional se presentaron en primavera-verano que estadísticamente fueron muy similares ($p > 0.05$) pero diferentes de otoño-invierno ($p < 0.05$).

La contribución del trébol blanco y pasto ovido al rendimiento de materia seca en kg MS ha⁻¹ anual y estacionalmente se encuentra en el Cuadro 2. En general, el trébol blanco aportó aproximadamente 65% de la materia seca total anual, aunque no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) por tratamiento.

Cuadro 2. Rendimiento anual y estacional (kg MS ha⁻¹) por especie deseable de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) asociado con pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) a tres frecuencias de pastoreo.

Estación del año	Frecuencia de pastoreo			EEM	Sig.	Promedio
	28-35 días	95% de RI	100% de RI			
Trébol blanco (kg MS ha ⁻¹)						
Primavera	3 034 a	2 905 a	3 816 a	324	NS	3 252 a
Verano	2 175 b	1 745 b	1 925 b	180	NS	1 948 b
Otoño	1 266 c	1 550 b	1 527 b	196	NS	1 086 c
Invierno	1 504 bc	1 464 b	1 184 b	198	NS	1 384 c
Promedio anual	1 994	1 916	2 113	162	NS	
EEM	170	100	176			106
Significancia	**	**	**			**
Rendimiento anual	7 979	7 665	8 452	805	NS	
Pasto ovido (kg MS ha ⁻¹)						
Primavera	1 603 a	757 b	1 157 b	218	NS	1 172 b
Verano	1 770 a	1 695 a	2 288 a	291	NS	1 918 a
Otoño	644 b	939 ab	1 032 bc	118	NS	654 c
Invierno	287 b	426 b	401 c	57	NS	371 d
Promedio anual	1 076	954	1 219	117	NS	
EEM	102	162	132			54
Significancia	**	**	**			**
Rendimiento anual	4 304	3 816	4 879	586	NS	

Medias con letras mayúsculas diferentes entre hileras representan diferencia significativa y medias con letras minúsculas entre columnas representan diferencia significativa (Tukey, 0.05). Sig.= significancia; * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$. Int= Intervalo entre pastoreo, en días. NS= no significativo

Durante la primavera la producción de trébol blanco fue mayor (3 252 kg MS ha⁻¹; $p < 0.05$) que supero en 199, 135 y 67% al forraje producido en otoño (1 086 kg MS ha⁻¹) invierno (1 384 kg MS ha⁻¹) y verano (1 984 kg MS ha⁻¹), respectivamente. Por otro lado, el pasto ovilla produjo más forraje en el verano (1 918 kg MS ha⁻¹; $p < 0.05$) que supero en 417, 193 y 64% al forraje producido en invierno (371 kg MS ha⁻¹), otoño (654 kg MS ha⁻¹) y primavera (1 172 kg MS ha⁻¹), respectivamente.

Durante la primavera-verano las condiciones climáticas fueron más favorables para el buen desempeño de las praderas (Figura 1), además las temperaturas elevadas favorecieron una mayor intercepción luminosa, permitiendo que el dosel alcanzara más rápido un índice de área foliar mayor que en otoño-invierno (Rojas *et al.*, 2016a).

Por otro lado, el arreglo horizontal de los foliolos del trébol blanco ayuda a restablecer su área foliar más rápidamente que el ovilla (Maldonado *et al.*, 2017), en consecuencia, la escasa contribución del ovilla al rendimiento anual pudo deberse a que cuando esta especie es sometida a una severa intensidad de pastoreo y queda con un mínimo de hojas remanentes, y reservas de carbohidratos en la raíz, el rebrote es lento, por ello, se recomienda dejar tres hojas por tallo, para reactivar el proceso de fotosíntesis y asegurar un mayor rebrote en el menor tiempo posible (Turner *et al.*, 2006).

Composición botánica y morfológica

En la Figura 2 se muestran los cambios estacionales en la composición botánica y morfológica de las praderas bajo tres frecuencias de pastoreo. Independientemente de la frecuencia de pastoreo, el trébol blanco aportó más de 50% durante primavera, 60% durante otoño-invierno y sólo 40% en verano. Durante esta época, pasto ovilla aportó el mayor porcentaje (40%) durante el año ($p < 0.01$).

Pero además, se presentó el mayor porcentaje de otros pastos y malezas, componente que tuvo mayor aportación en primavera, seguido de verano, invierno y el menor, en otoño ($p < 0.05$). Resultados similares se encontraron en un estudio, donde el trébol blanco fue el componente principal (26 a 66%) en las asociaciones evaluadas como consecuencia de su mayor capacidad para competir con especies de crecimiento erecto y tolerar la defoliación (Flores *et al.*, 2015).

Por otra parte, Castro *et al.* (2012) en cinco asociaciones de trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne reportaron el trébol blanco con la mayor contribución del rendimiento total de con 50%, el ballico perenne con 28% y el pasto ovilla con 12%; el restante 10% lo integraron el material muerto, otros pastos y maleza.

El trébol blanco tiende a dominar en las praderas asociadas en el tiempo por su hábitó de crecimiento estolonífero obteniendo mayor ventaja en comparación con los pastos ovilla y ballico que son amacollados y erectos (Rojas *et al.*, 2017). Como se puede observar en esta investigación no es la excepción ya que la mezcla inicial de la pradera fue de 40-60 de trébol blanco y ovilla pasando tres años desde la siembra.

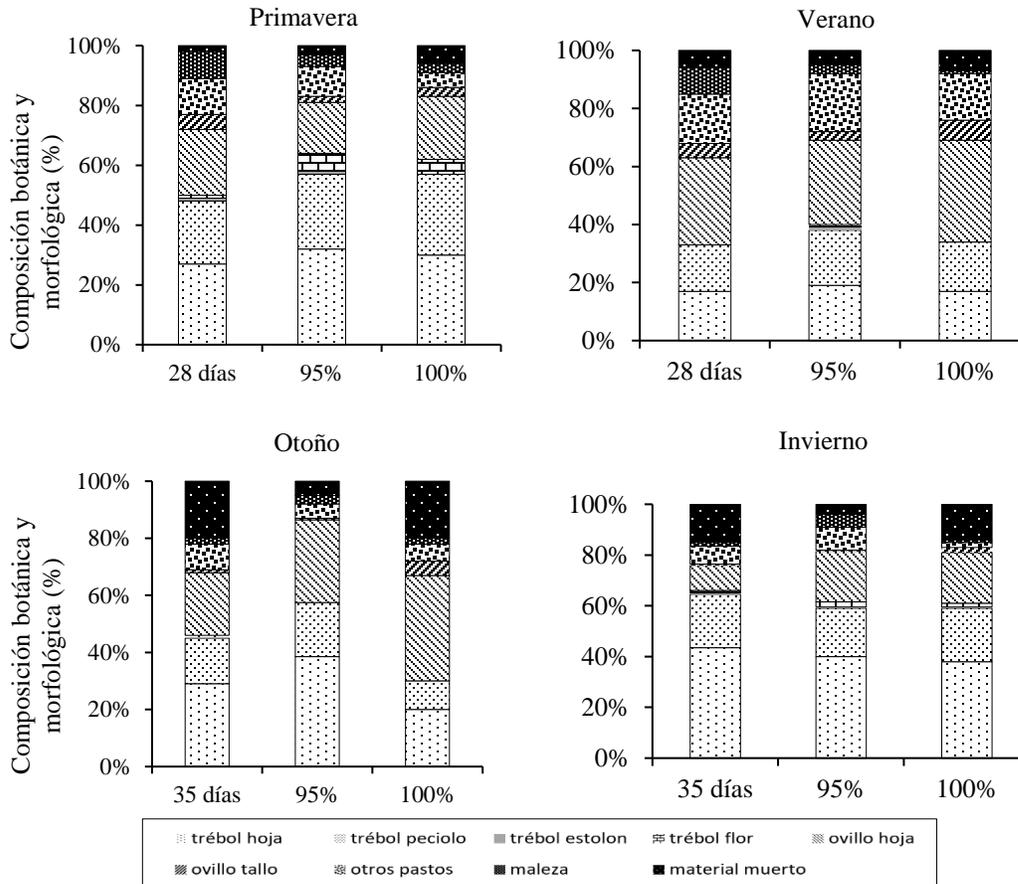


Figura 2. Cambios estacionales en la composición botánica y morfológica (%) de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) asociado con pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) a tres frecuencias de pastoreo.

Tasa de crecimiento del cultivo

La tasa de crecimiento del trébol blanco asociado con pasto ovinillo al variar la frecuencia de pastoreo se observa en el Cuadro 3. La mayor tasa de crecimiento estacional se presentó en la frecuencia de 28 días durante la primavera (70 kg MS ha⁻¹ d⁻¹; *p* < 0.05), que supero a la frecuencia de 95% de RI (52 kg MS ha⁻¹ d⁻¹) en 18 kg de MS ha⁻¹ d⁻¹ (equivalente a 35%).

Cuadro 3. Cambios estacionales en la tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) asociado con pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) a tres frecuencias de pastoreo.

Estación del año	Frecuencia de pastoreo			EEM	Significancia	Promedio
	28-35 días	95% de RI	100% de RI			
Primavera	70 aA	52 aB	66 aAB	5	*	63 a
Verano	67 a	56 a	56 ab	4	ns	60 a
Otoño	31 b	31 b	40 bc	5	ns	34 b
Invierno	27 b	41 ab	25 c	4	ns	31 b

Estación del año	Frecuencia de pastoreo			EEM	Significancia	Promedio
	28-35 días	95% de RI	100% de RI			
Promedio anual	49	44	46	2	ns	
EEM	6	4	4			3
Significancia	**	*	**			**

Medias con letras mayúsculas diferentes entre hileras representan diferencia significativa y medias con letras minúsculas entre columnas representan diferencia significativa (Tukey, 0.05). * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$. Int= intervalo entre pastoreo (días); ns= no significativo.

Durante el periodo de muestreo no se observó diferencia estadística ($p > 0.05$) en las demás estaciones del año en las distintas frecuencias de pastoreo y promedio anual; sin embargo, aunque la tendencia fue similar, en promedio hubo mayor tasa de crecimiento en primavera ($63 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$; $p < 0.05$), la cual fue superior en 103% al invierno ($31 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$), 85% al otoño ($34 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) y solamente supero en 5% al verano ($60 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

Estos resultados coinciden con los observados por Velasco *et al.* (2001) quienes en praderas puras de ovilla registraron las mayores TC en la tercera semana de la primavera, que fue de $78 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, mientras que para el verano fue en la cuarta semana con $50 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Similarmente, los resultados obtenidos coinciden con otro trabajo dirigido por Velasco *et al.* (2002) al evaluar la curva de crecimiento del ballico perenne, ellos reportaron las mayores tasas de crecimiento en primavera, seguido del verano con valores de 98 y $53 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, respectivamente.

Los cambios estacionales en la tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) está estrechamente vinculada a la cantidad de radiación interceptada, determinada en gran medida por el índice de área foliar (IAF), la radiación interceptada fotosintéticamente activa (PAR; 400-700 nm) y por la interacción con numerosos factores ambientales (Ewert, 2004; Abhishek *et al.*, 2018) y características fisiológicas (Durand, 1999).

Como se observa en la Figura 1, las condiciones ambientales, no fueron favorables para las estaciones de otoño invierno, ya que fue en esas épocas de muestreo donde se presentaron las temperaturas más bajas y hubo mayor incidencia de heladas, afectando el desempeño de la pradera (Rojas *et al.*, 2016a).

Altura de la pradera

La altura de la pradera es un método indirecto que proporciona estimaciones de la masa de forraje presente en la pradera y es una herramienta útil, que ayuda a tomar decisiones de manejo de las asociaciones de pastos y leguminosas de manera eficiente y permite optimizar los costos de producción (Adams *et al.*, 1977).

La altura en praderas de trébol blanco asociado a pasto ovilla al variar las frecuencias de pastoreo se observa en el Cuadro 4. La mayor altura de la pradera se presentó en la frecuencia de pastoreo de 28 días en verano con 26 cm, supero en 5 cm a la frecuencia de pastoreo de 95% de RI con 21 cm, del mismo modo, el invierno mostro mayor altura en la frecuencia de 100% de RI con 17 cm y menor la frecuencia de pastoreo de 35 días con 11 cm ($p = 0.05$).

Cuadro 4. Cambios estacionales en altura (cm) de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) asociado con pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) a tres frecuencias de pastoreo.

Estación del año	Frecuencia de pastoreo			EEM	Significancia	Promedio
	28-35 d	95% de RI	100% de RI			
Primavera	18 ab	17 a	19 b	1.3	ns	18 b
Verano	26 aA	21 aB	25 aA	0.7	*	24 a
Otoño	14 b	13 b	16 b	1	ns	14 c
Invierno	11 bB	12 bB	17 bA	0.5	**	13 c
Promedio anual	17 B	15 C	19 A	0.5	**	
EEM	1.8	0.8	0.8			1
Significancia	*	**	**			**

Medias con letras mayúsculas diferentes entre hileras representan diferencia significativa y medias con letras minúsculas entre columnas representan diferencia significativa (Tukey, 0.05). * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$; Int= intervalo entre pastoreo (días); ns= no significativo.

Los resultados obtenidos coinciden con Flores *et al.* (2015), quienes reportaron las mayores alturas promedios en verano (38 cm) seguido de primavera (18 cm), otoño (14 cm) e invierno (13 cm), respectivamente. La altura de la pradera está relacionada de manera positiva con el rendimiento de materia seca (Castro *et al.*, 2012) y con la radiación interceptada.

tal como se observó en el presente experimento, donde la mayor altura encontrada en el verano y primavera coincidió con el mayor rendimiento estacional de materia seca, como se ha demostrado en otros trabajos dirigidos por Flores *et al.* (2015); Rojas *et al.* (2016b) en asociaciones de trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne.

Conclusiones

El rendimiento anual de materia seca, tasa de crecimiento, altura del forraje de trébol blanco asociado con pasto ovilla fue mayor el rendimiento en primavera-verano y pastoreo fijó a 28 días después del pastoreo. Independientemente de las frecuencias de pastoreo el aporte de trébol blanco fue mayor en comparación con el pasto ovilla en otoño e invierno. Se recomienda pastorear la asociación trébol blanco y pasto ovilla cuando la pradera alcanzó 95% de radiación interceptada, independientemente de la estación del año.

Literatura citada

- Abhishek, M. T.; Pohanková, E. Ma.; Fischer, M.; Orság, M.; Trnka, M.; Klem, K. and Marek, M. V. 2018. The evaluation of radiation use efficiency and leaf area index development for the estimation of biomass accumulation in short rotation poplar and annual field crops. *Forests*. 9(1):1-16.
- Adams, J. E. and Arkin, G. F. 1977. A light interception method for measuring row crop ground cover. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41(4):789-792.
- Amendola, R.; Castillo, E. y Martínez, P. A. 2005. Pasturas y cultivos forrajeros. Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://www.fao.org>.

- Black, A. D.; Laidlaw, A. S.; Moot, D. J. and O'Kiely, P. 2009. Comparative growth and management of white and red clovers. *Irish J. Agric. Food Res.* 48(2):149-166.
- Castro, R. R.; Hernández-Garay, A.; Vaquera, H. H.; Hernández, P. G. J.; Quero, C. A. R.; Enríquez, Q. J. F. y Martínez, H. P. A. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Rev. Fitot. Mex.* 35(1):87-95.
- Durand, J. L.; Schäufele, R. and Gastal, F. 1999. Grass leaf elongation rate as a function of developmental stage and temperature: Morphological analysis and modeling. *Ann. Bot.* 83(5):577-588.
- Ewert, F. 2004. Modelling plant responses to elevated CO₂: how important is leaf area index?. *Annals Bot.* 93(6):619-627.
- Flores, S. E.; Hernández, G. A.; Guerrero, R. J. D.; Quero, C. R. A. y Martínez, H. P. A. 2015. Productividad de asociaciones de pasto ovinillo (*D. glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 6(3):337-347.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4 (Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, DF. 217 p.
- Lee, M. A. 2018. A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. *J. Plant Res.* 131:641-654.
- Maldonado, P. M. A.; Rojas, G. A. R.; Torres, S. N.; Herrera, P. J.; Joaquín, C. S.; Ventura, R. J.; Hernández, G. A. and Hernández, G. F. J. 2017 Productivity of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) alone and associated with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.). *Rev. Brasileira Zootecnia.* 46(12):890-895.
- Moreno, C. M. A.; Hernández-Garay, A.; Vaquera, H. H.; Trejo, L. C.; Escalante, E. J. A.; Zaragoza, R. J. L. y Joaquín, T. B. M. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. *Rev. Fitotec. Mex.* 38(1):101-108.
- Randazzo, C. P.; Rosso, B. S. y Pagano, E. M. 2013. Identificación de cultivares de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) mediante SSR. *J. Basic & Appl. Gen.* 24(1):19-26.
- Rojas, G. A. R.; Hernández, G. A.; Ayala, W.; Mendoza, P. S. I.; Joaquín, C. S.; Vaquera, H. H. y Santiago, O. M. A. 2016a. Comportamiento productivo de praderas con distintas combinaciones de ovinillo (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Rev. Facultad Cienc. Agrar.* 48(2):57-68.
- Rojas, G. A. R.; Hernández, G. A.; Quero, C. A. R.; Guerrero, R. J. D.; Ayala, W.; Zaragoza, R. J. L. y Trejo, L. C. 2016b. Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7(4):885-895.
- Rojas, G. A. R.; Hernández, G. A.; Rivas, J. M. A.; Mendoza, P. S. I.; Maldonado, P. M. A. y Joaquín, C. S. 2017. Dinámica poblacional de tallos de pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 49(2):35-49.
- Sanderson, M.; Brink, G.; Stout, R. and L. Ruth. 2013. Grass-legume proportions in forage seed mixtures and effects on herbage yield and weed abundance. *Agron. J.* 105(5):1289-1297.
- SAS. 2009. SAS/STAT® 9.2. Use's guide release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 360 p.
- Turner, L. R.; Donaghy, D. J.; Lane, P. A. and Rawnsley, R. P. 2006. Effect of defoliation interval on water-soluble carbohydrate and nitrogen energy reserves, regrowth of leaves and roots, and tiller number of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) plants. *Aust. J. Agric. Res.* 57(2):243-249.

- Velasco, Z. M. E.; Hernández, G. A.; González, H. V. A.; Pérez, P. J.; Vaquera, H. H. y Galvis, S. A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.). *Téc. Pecu. Méx.* 39(001):1-14.
- Velasco, Z. M. E; Hernández-Garay, A.; González, H. V. A.; Pérez, P. J. y Vaquera, H. H. 2002. Curvas estacionales de crecimiento del ballico perenne. *Rev. Fitotec. Mex.* 25(1):97-106.