

Comportamiento productivo de pasto ballico perenne solo y asociado con pasto ovilla y trébol blanco

Sergio Iban Mendoza Pedroza¹
Alfonso Hernández Garay²
Adelaido Rafael Rojas García^{3§}
Humberto Vaquera Huerta⁴
Omar Ramírez Reynoso⁵
Rigoberto Castro Rivera⁶

¹Departamento de Zootecnia-UACH. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Edo. de México. (simpedroza@hotmail.com). ²Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. (hernan@colpos.mx). ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Núm. 2-Universidad Autónoma de Guerrero. CP. 41940. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. ⁴Estadística-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 35.5, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. (hvaquera@colpos.mx). ⁵Unidad Académica Región de la Costa Chica-Universidad Autónoma de Guerrero. Cruz grande, Florencio Villareal, Guerrero, México. (omarr@hotmail.com). ⁶Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-IPN-Unidad Oaxaca. Hornos 1003, Sta. Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. (rcastror@ipn.mx).

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

Resumen

Se evaluó el pasto ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en monocultivo y cuatro asociaciones con pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) en diferentes proporciones para maximizar el rendimiento de materia seca. Las proporciones en monocultivo y las asociaciones de ballico perenne, ovilla y trébol blanco fueron: 100:00:00, 70:20:10, 50:00:50, 40:40:20 y 20:70:10, las cuales se distribuyeron bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se evaluó el rendimiento de materia seca, composición botánica y morfológica, relación hoja:tallo y densidad de plantas. La asociación 50:00:50 superó 15% (3 671 kg MS ha⁻¹) a la asociación 70:20:10. El ballico perenne contribuyó más al rendimiento de materia seca en otoño e invierno, mientras que el ovilla y trébol blanco en primavera y verano. Independientemente de la asociación la densidad de plantas fue de 29, 25, 20 y 11 plantas m⁻² para otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente, con un promedio de pérdida de plantas de 62%. La contribución de cada especie en la composición botánica de las asociaciones fue variable durante el periodo de estudio. Ballico perenne aportó el 46, 40, 29 y 14% en otoño, invierno, primavera y verano, observándose una disminución conforme transcurrió el tiempo de evaluación ($p < 0.05$). La asociación que obtuvo las mejores características del rendimiento fue 50:00:50% de ballico perenne, pasto ovilla y trébol blanco.

Palabras clave: *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, praderas asociadas, rendimiento de forraje.

Recibido: enero de 2018

Aceptado: febrero de 2018

Introducción

El principal uso proporcionado a las gramíneas ha sido como fuente de forraje para la alimentación animal. El uso de las gramíneas mediante el pastoreo con animales incrementan la eficiencia productiva de las explotaciones pecuarias, ya que son la fuente de nutrientes más económica en comparación con los concentrados (Aguado *et al.*, 2004). Por ello, se debe garantizar su disponibilidad durante todo el año (Arriaga *et al.*, 1999), lo cual se puede lograr con un buen manejo de la pradera cosechando a intervalos cortos e intensidades bajas (Velasco *et al.*, 2005; Mendoza *et al.*, 2010). Sin embargo, la producción de forraje en monocultivo presenta una marcada estacionalidad (Rojas *et al.*, 2016a; Maldonado *et al.*, 2017).

Se ha reportado que la siembra de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas son la mejor forma de garantizar de la producción de forraje durante el año, además de lograr un establecimiento más rápido y la obtención de un forraje de mejor calidad (Arriaga *et al.*, 1999; Scheneiter *et al.*, 2006). Además las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico con ello se reduce el uso de fertilizantes químicos nitrogenados (Gylfadóttir *et al.*, 2007; Pirhofer *et al.*, 2012). Sin embargo, para una buena asociación gramínea-leguminosa se debe de considerar la compatibilidad entre especies, así como su adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la región (Arriaga *et al.*, 1999).

Sanderson *et al.* (2005) reportaron que el rendimiento de forraje es mayor en praderas asociadas con más de tres especies en comparación con dos especies (7 600 vs 4 800 kg MS ha⁻¹). Al respecto, Camacho y García (2003) encontró que la asociación alfalfa, trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y ovilla presentó un rendimiento anual de 23 454 kg MS ha⁻¹, con una distribución estacional de 23, 22.6, 25.4 y 29% para invierno, otoño, verano y primavera, respectivamente. Asimismo, Castro *et al.* (2012) al evaluar diferentes asociaciones encontró que el mayor rendimiento de forraje (17 275 kg MS ha⁻¹) ocurrió con la proporción 40, 20 y 40% de trébol blanco, ovilla y ballico perenne, respectivamente.

En México la asociación gramínea-leguminosa sobre la producción de forraje no está bien estudiada. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de forraje del pasto ballico perenne solo y asociado con ovilla y trébol blanco.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de septiembre del 2010 a septiembre de 2011, en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado a 19° 29' de latitud norte y 98° 53' de longitud oeste, a una altura de 2 240 msnm. El clima del lugar es templado subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con lluvia en verano y una precipitación media anual de 636.5 mm y régimen de lluvias en verano, (junio a octubre) y temperatura media anual de 15.2 °C (García, 2004). El suelo del área es franco arenoso y ligeramente alcalino con pH 7-8 (Ortiz, 1997).

Las praderas se establecieron en febrero de 2010. La siembra de las gramíneas se realizó en hileras distanciadas a 30 cm, mientras que la leguminosa se sembró en forma perpendicular a una distancia entre hileras de 30 cm. La densidad de siembra fue de 30, 20 y 5 kg ha⁻¹ para ballico perenne, ovilla y trébol blanco, respectivamente. Las praderas no se fertilizaron. Durante la época de seca se realizaron riegos a capacidad de campo cada dos semanas.

Antes de iniciar el estudio, se realizó un corte de uniformidad mediante un pastoreo con ganado ovino a una altura aproximada de 5 cm. Durante el periodo de evaluación los pastoreos se realizaron cada cuatro semanas en primavera-verano y cada 5 y 6 semanas durante otoño e invierno, respectivamente. Los ovinos únicamente se utilizaron como defoliadores, los cuales se tuvieron en las parcelas experimentales mediante el uso de cerco eléctrico.

La asociación de gramíneas y leguminosas fue realizada mediante el paquete Minitab (2006), con un diseño de vértices con tres componentes de la mezcla, con restricción a la leguminosa en 10 y 50% como mínimo y máximo, respectivamente; y teniendo un tratamiento al 100% para ballico. Se evaluaron las asociaciones siguientes: 100:00:00, 70:20:10; 50:00:50; 40:40:20; y 20:70:10% de ballico perenne, ovinillo y trébol blanco, respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente al azar bajo a un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento. El tamaño de la parcela experimental fue de 8 × 9 m. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de forraje, composición botánica y morfológica, relación hoja: tallo y densidad de plantas por superficie.

Para estimar el rendimiento de forraje, al iniciar el experimento en cada parcela, se colocaron aleatoriamente dos cuadros fijos de 0.25 m², donde se cosechó el forraje presente antes del pastoreo. El forraje cosechado se depositó en bolsas de papel. Posteriormente, el forraje se lavó y secó en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55 °C durante 72 h. Después de cosechar el forraje, las praderas se pastorearon por ovinos a una altura de 5 cm. Posterior al pastoreo, en cada una de las parcelas, se cosechó al azar un cuadro de 0.25 m² para estimar la cantidad de forraje residual. Para determinar el rendimiento total de forraje por corte y por unidad de superficie (kg MS ha⁻¹) se sumó al forraje presente antes del pastoreo el forraje residual. Mediante la suma del rendimiento por corte se obtuvo el rendimiento acumulado por estación y anual.

Para la composición botánica y morfológica, a mitad de cada estación, del forraje cosechado se tomó una sub muestra de aproximadamente 20% del forraje total. Dicha sub muestra se separó en las diferentes especies de plantas: ballico perenne, ovinillo, trébol blanco y malezas. Para la composición morfológica, cada una de las especies deseables se separó en sus componentes morfológicos: hoja, tallo, flor y senescencia. Posteriormente, cada componente se secó en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55 °C, durante 72 h.

La relación hoja:tallo se estimó de los componentes morfológicos, mediante la fórmula siguiente: hoja:tallo= H/T, donde H= peso seco de hoja (kg MS ha⁻¹) y T= peso seco de tallo (kg MS ha⁻¹).

La densidad de plantas m⁻² se cuantificó en un cuadro fijo de 1 m² colocado, al iniciar el experimento, de forma aleatoria en cada una de las parcelas experimentales. El conteo de plantas presentes por especie, se realizó el día anterior a cada pastoreo.

Se realizó un análisis de varianza con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 2009) para todas las variables para probar diferencias entre tratamientos, con base en el diseño estadístico de bloques completos al azar. La comparación de medias de los tratamientos se efectuó mediante la prueba de Tukey ajustada ($\alpha= 0.05$).

Resultados y discusión

Rendimiento de forraje

El rendimiento de forraje anual y estacional del pasto ballico perenne y su asociación con ovilla y trébol blanco se muestran en el Cuadro 1. Se encontraron diferencias entre tratamientos ($p < 0.05$), donde los rendimientos de forraje fueron 23 837, 22 133, 21 971, 21 840 y 20 165 kg MS ha⁻¹ para las asociaciones 50:00:50, 40:40:20, 100:00:00, 70:20:10 y 20:70:10, respectivamente. Se observó que el máximo rendimiento obtenido con la asociación 50:00:50 fue mayor en 15.4% al obtenido con la asociación 20:70:10 ($p < 0.05$). Estos resultados confirman lo señalado por Camacho y García (2003), quienes reportaron para la alfalfa asociada con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y ovilla un rendimiento anual de 23 454 kg MS ha⁻¹. Mientras que Castro *et al.* (2012); Rojas *et al.* (2016a) para las mismas especies evaluadas en el presente estudio se obtuvieron rendimientos promedio de 17 t MS ha⁻¹.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje anual y estacional (kg MS ha⁻¹) de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Asociación (ballico perenne- ovillo-trébol blanco)	Año 2010		Año 2011		EEM	Sig.	Anual
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano			
100:00:00	8742 Aa	3793 c	5271 b	4165 Cc	501	***	21971 AB
70:20:10	8310 Aa	2740 c	5629 b	5161 Ab	595	***	21840 AB
50:00:50	8337 Aa	4938 bc	5950 b	4612 Bc	452	***	23837 A
40:40:20	6880 Ab	2642 c	7569 a	5042 Bb	581	***	22133 AB
20:70:10	6088 B	3744	5666	4667 B	369	ns	20165 B
Promedio	7670 a	3571 c	6016 b	4729 c		***	
EEM	285	300	231	101			
Sig.	***	ns	ns	***			

abcd= medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABCD= medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$); EEM= error estándar de la media; Sig.= significancia; *** = $p < 0.05$; ns= no significativo.

La proporción de la distribución estacional del rendimiento de forraje de la mejor asociación 50:00:50 fue de 35, 25, 19 y 21% para las estaciones de otoño, primavera, verano e invierno, respectivamente. mientras que la asociación que mostró el menor rendimiento de materia seca no presentó diferencias significativas entre estaciones. Se observó que independientemente de la asociación, la proporción de la distribución del rendimiento de materia seca fue de 35, 16, 27 y 22% para las estaciones de otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente ($p < 0.05$). El rendimiento de forraje más alto registrado durante el otoño se atribuyó al crecimiento rápido de ballico perenne.

Mientras que en verano, la disminución de plantas de ballico perenne ocasionó un rendimiento menor de materia seca. El rendimiento menor durante el invierno se atribuyó a las temperaturas bajas (Figura1), ya que de acuerdo con Hernández *et al.* (1997) dichas temperaturas ocasionan una reducción del crecimiento y, en consecuencia, se disminuye la tasa de acumulación de forraje,

debido a la tasa baja de aparición y expansión de hojas (Horrocks y Vallentine, 1999). Se ha indicado que la temperatura óptima para el crecimiento de ballico perenne y oville es de 18 a 21 °C; mientras que para el trébol blanco 24 °C (Brock y Tilbrook, 2000).

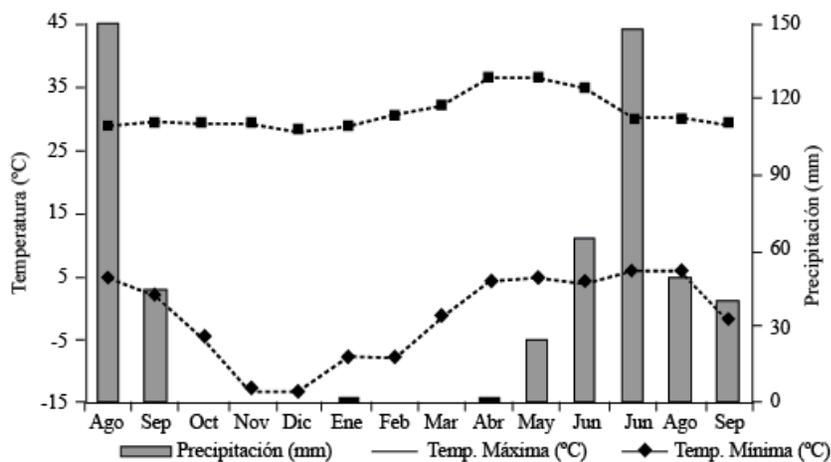


Figura 1. Precipitación y temperatura mensual máxima y mínima registradas durante el periodo de estudio.

Composición botánica y morfológica

La composición botánica y morfológica del pasto ballico perenne solo y asociado con pasto oville y trébol blanco se muestra en la Figura 2. Se encontró diferencia entre tratamientos en las estaciones del año ($p < 0.05$) para la composición botánica, donde el ballico perenne presentó valores de 46, 40, 29 y 14 % para otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente ($p < 0.05$).

El pasto ballico perenne en cultivo puro, durante el otoño, contribuyó en el rendimiento de forraje con 98% (8 170 kg MS ha⁻¹), mientras que en el verano aportó 41% (1 891 kg MS ha⁻¹), el resto correspondió a malezas y material muerto. La asociación 70:20:10, durante el verano, presentó una proporción de 26% de malezas y una disminución de ballico perenne de 80%. Un comportamiento similar al anterior se observó para la asociación 50:00:50, donde en el verano se encontró 25.5% de malezas y una disminución de 60% de ballico perenne. La disminución de la proporción de ballico perenne, conforme transcurrieron la estación de año, pudo deberse a la intensidad de cosecha, ya que al ser una especie de crecimiento erecto fue más susceptible a la pérdida de meristemos de crecimiento, en comparación con el pasto oville y trébol blanco (Hodgson, 1990).

El pasto oville para todas las asociaciones contribuyó al rendimiento de forraje con el 4, 10, 18 y 23% para el otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente. La asociación 20:70:10 fue la que más contribuyó con pasto oville, con valores de 11, 36, 47 y 61% para el otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente. Mientras que en la asociación 40:40:20 la contribución del pasto oville al rendimiento de forraje fue de 10, 14, 30 y 50% para otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente. Un comportamiento similar al anterior se observó con la asociación 70:20:10, donde el aporte del pasto oville al rendimiento fue de 2, 11, 30 y 31% para las estaciones de otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente.

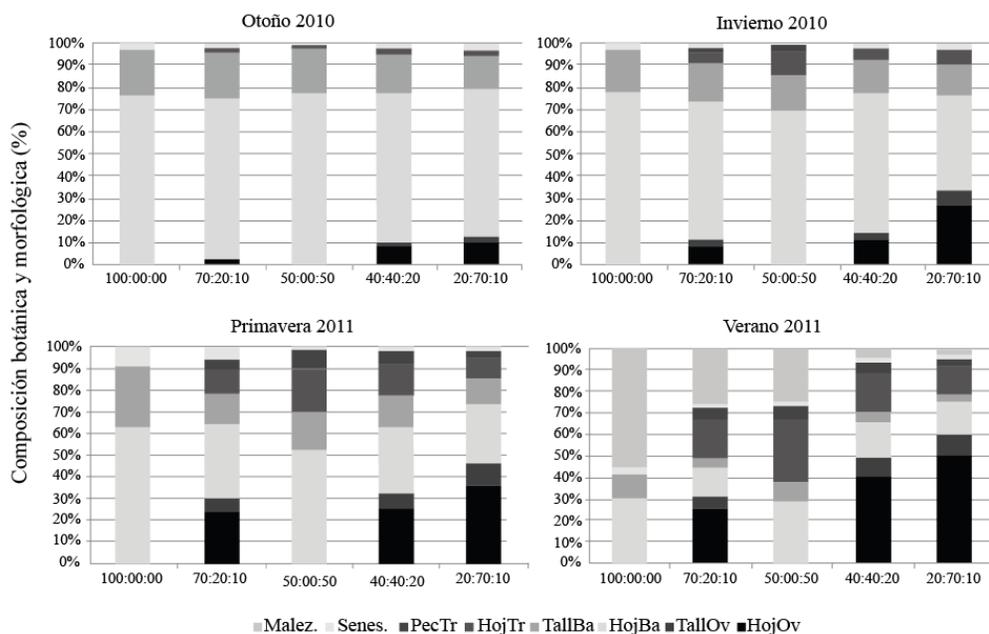


Figura 2. Composición botánica y morfológica del pasto ballico perenne solo y asociado con pasto ovillo y trébol blanco. Malez= maleza; Senes= senescencia; PecTB= peciolo de trébol blanco; HojTr= hoja trébol; TallBa= tallo ballico; HojBa= hoja ballico; TallOv= tallo ovillo; HojOv= hoja ovillo.

El trébol blanco se incrementó conforme transcurrieron las estaciones del año, donde su aporte al rendimiento de forraje para todas las asociaciones fue de 1, 4, 10 y 12% para el otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente. La asociación con el aporte mayor de trébol blanco al rendimiento de forraje fue la de 50:00:50, con valores de 1, 14, 28 y 35% en otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente.

El incremento del pasto ovillo y el trébol blanco, conforme transcurrieron las estaciones del año se atribuyó al crecimiento lento de dichas especies, así como al hábito de crecimiento semierecto del pasto ovillo y estolonífero del trébol blanco, lo que favoreció una menor remoción de los meristemas de crecimiento, durante el pastoreo. Además, con la disminución del ballico perenne hubo menor competencia entre especies por luz y nutrientes, lo que ocasionó un mayor crecimiento del pasto ovillo y trébol (Durand *et al.*, 1999; Rojas *et al.*, 2016a; Maldonado *et al.*, 2017).

El componente morfológico material muerto presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) para las asociaciones en las diferentes estaciones del año, donde los valores mayores fueron de 4 y 2% en las estaciones de primavera y verano, respectivamente. Se encontró que el pasto ballico perenne en cultivo puro presentó la cantidad mayor de material muerto con valores de 8 y 3% ($p < 0.05$), durante las estaciones de primavera y verano, respectivamente.

La proporción de malezas únicamente fue significativa ($p < 0.05$) durante la estación de verano, con valores de 55.8, 26, 25.5, 4.1 y 3% para las asociaciones 100:00:00, 70:20:100, 50:00:50, 40:40:20 y 20:70:10, respectivamente. Pérez *et al.* (2002); Garduño *et al.* (2009) reportaron que las cosechas severas en ballico perenne redujeron su persistencia como resultado de eliminan una mayor cantidad de meristemas de crecimiento.

Relación hoja tallo

La relación hoja:tallo del pasto ballico perenne y su asociación con pasto ovilla y trébol blanco se muestran en el Cuadro 2. No se encontraron diferencias significativas de la relación hoja:tallo para las asociaciones evaluadas ($p > 0.05$). El efecto fue significativo entre las estaciones del año ($p < 0.05$), donde la relación hoja:tallo fue de 5.9, 4.6, 3.9 y 3.6 para el otoño, verano, invierno y primavera, respectivamente. Al respecto, Zaragoza *et al.* (2009) señalaron que la relación hoja:tallo del pasto ovilla varía con la estación del año y la edad de rebrote con valores promedio en verano de 2.5 y 2.8 a la primera y octava semana después del rebrote, respectivamente.

Cuadro 2. Relación hoja:tallo de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Asociación (ballico perenne-ovillo-trébol blanco)	Año 2010		Año 2011		Promedio	EEM	Sig.
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano			
	Ovillo (H/T)						
100:00:00	-	-	-	-	-	-	-
70:20:10	5.6 a	3 b	3.7 ab	4.4 ab	4.2	0.3	***
50:00:50	-	-	-	-	-	-	-
40:40:20	5.8 a	4.1ab	3.5 b	4.7 ab	4.5	0.4	***
20:70:10	6.3 a	4.5 ab	3.5 b	4.7 ab	4.7	0.4	***
Promedio	5.9 a	3.9 b	3.6 b	4.6 ab			***
EEM	0.7	0.5	0.5	0.6			
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns		
	Ballico perenne (H/T)						
100:00:00	3.6 ab	4.2 a	2.1 b	2.8 ab	3.2	0.2	***
70:20:10	3.4	3.7	2.5	2.9	3.1	0.3	ns
50:00:50	3.9	4.4	2.9	3	3.6	0.3	ns
40:40:20	3.8 ab	4.2 a	2.1 b	3.1 ab	3.3	0.2	***
20:70:10	4.3 a	3.2 ab	2.1 b	4.1 ab	3.4	0.3	***
Promedio	3.8 a	3.9 a	2.3 b	3.2 ab			***
EEM	0.2	0.2	0.3	0.2			
Sig.	ns	ns	ns	ns			
	Trébol blanco (H/T)						
100:00:00	-	-	-	-	-	-	-
70:20:10	3.2	2.8	2.7	3.1	2.9	0.3	ns
50:00:50	2.5 b	3 b	2.6 b	4.6 a	3.1	0.3	***
40:40:20	2.8	3.1	2.5	3.2	2.9	0.2	ns
20:70:10	3.5 ab	3.5 ab	2.4 b	4.5 a	3.4	0.3	***
Promedio	3	3.1	2.6	3.8			ns
EEM	0.2	0.2	0.3	0.2			
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns		

abcd= medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABCD= medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$); EEM= error estándar de la media; Sig.= significancia; *** = $p < 0.05$; ns= no significativo.

No se encontraron diferencias significativas de la relación hoja:tallo del ballico perenne entre asociaciones ($p > 0.05$). Sin embargo, el efecto fue significativo ($p < 0.05$) entre estaciones, donde las relaciones menores de hoja:tallo se registraron durante la primavera en las asociaciones 100:00:00, 40:40:20 y 20:70:10, con 2.1. Estos resultados pueden atribuirse a que en primavera la temperatura fue óptima, con lo que se favoreció principalmente a un mayor crecimiento y la entrada de la fase reproductiva del ballico. Al respecto, Velasco *et al.* (2005) señalaron que la frecuencia de corte y la estación del año afectan directamente la cantidad de hoja y tallo de esta especie, registrando los valores más altos de tallo en primavera y verano. Pérez *et al.* (2002) reportaron para ballico perenne, a cinco meses de edad, valores de la relación hoja:tallo de 1.4 y 1.1 cosechando a una altura de 3 y 15 cm, respectivamente.

En trébol blanco la relación hoja:tallo no tuvo efecto significativo ($p > 0.05$) para todas las asociaciones. Sin embargo, el efecto fue significativo entre las estaciones del año ($p < 0.05$) para la asociación 50:00:50, donde se obtuvieron valores de 4.6, 3, 2.6 y 2.5 durante el verano, invierno, primavera y otoño, respectivamente. Un comportamiento muy similar y parecido al anterior se obtuvo con la asociación 20:70:10, donde los valores obtenidos de la relación hoja:tallo fueron de 4.5, 3.5, 3.5 y 2.4 para las estaciones de verano, otoño, invierno, primavera, respectivamente.

Densidad de plantas

Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre tratamientos para la variable densidad de plantas. Para ballico perenne, la asociación 100:00:00 registró la mayor densidad de plantas, con un valor de 28 plantas m^{-2} , mientras que la menor densidad se obtuvo en la asociación 40:40:20 con 14 plantas m^{-2} . Se observó una disminución de la densidad de plantas m^{-2} conforme trascurrieron las estaciones del año, donde los valores fueron 29, 25, 20 y 11 plantas m^{-2} para el otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente (Cuadro 3). Rojas *et al.* (2016b) reportaron para una pradera de ballico perenne de tres años de edad, una menor densidad de plantas, ya que conforme avanza la edad de la pradera disminuye su persistencia. En pasto ovilla, la asociación 20:70:10 fue la que registró el mayor número de plantas, con un promedio de 33 plantas m^{-2} , seguida de la asociación 40:40:20 con 21 plantas m^{-2} y 70:20:10 con 10 plantas (Cuadro 3).

Para trébol blanco la densidad mayor se encontró en la asociación 50:00:50 con un promedio de 10 plantas m^{-2} , le siguió la asociación 40:40:20 con 9 plantas m^{-2} y 20:70:10 con cinco plantas (Cuadro 3). En un estudio similar, Rojas *et al.* (2016b) para estas mismas especies asociadas reportaron densidades de pasto ovilla de 24 y 23 plantas m^{-2} en el primer y segundo año de evaluación, respectivamente; mientras que la densidad en trébol blanco fue de 41 y 38 plantas m^{-2} , para el primer y segundo año, respectivamente. Chapman y Lemaire (1993) señalaron que las praderas responden de manera diferente al manejo, donde la intensidad de cosecha o intervalo de corte afectan generalmente la persistencia y rendimiento de forraje. En el presente estudio se afectó en mayor medida al pasto ballico perenne y se benefició el ovilla y trébol blanco.

Cuadro 3. Densidad de plantas (plantas m⁻²) de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Asociación (ballico perenne-ovillo-trébol blanco)	Año 2010		Año 2011		Promedio	EEM	Sig.
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano			
Ovilla (plantas m ⁻²)							
100:00:00	-	-	-	-	-	-	-
70:20:10	12 C	10 C	10 C	9 C	10 C	0.5	ns
50:00:50	-	-	-	-	-	-	---
40:40:20	22 B	22 B	21 B	21 B	21 B	0.6	ns
20:70:10	35 A	34 A	31 A	31 A	33 A	1	ns
Promedio	23	22	21	20			ns
EEM	3.8	3.7	3.6	3.6			
Sig.	***	***	***	***	***		
Ballico perenne (plantas m ⁻²)							
100:00:00	40 Aa	35 Aab	26 Ab	12 c	28 A	3.3	***
70:20:10	31 Ba	27 ABA	21 ABb	9 c	22 AB	2.6	***
50:00:50	25 Bba	21 Ba	19 ABA	10 b	19 B	1.8	***
40:40:20	21 Ba	20 Ba	18 Ba	9 b	14 B	1.8	***
20:70:10	25 Ba	24 Bab	17 Bbc	13 c	19 B	1.7	***
Promedio	29 a	25 ab	20 b	11 c			***
EEM	1.8	1.8	1.6	0.8			
Sig.	***	***	***	ns	***		
Trébol blanco (plantas m ⁻²)							
100:00:00	-	-	-	-	-	-	-
70:20:10	4 B	4 B	4 B	4 B	4 B	0.2	ns
50:00:50	11 A	10 A	10 A	10 A	10 A	0.3	ns
40:40:20	9 A	9 A	9 A	8 AB	9 A	0.3	ns
20:70:10	5 B	5 B	5 B	5 B	5 B	0.2	ns
Promedio	7	7	7	7			ns
EEM	1	0.9	0.9	0.9			
Sig.	***	***	***	***	***		

abcd= medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($p > 0.05$); ABCD= medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($p > 0.05$); EEM= error estándar de la media; Sig.= significancia; *** = $p < 0.05$; ns= no significativo.

Conclusiones

La asociación ballico perenne, ovilla y trébol blanco en la proporción 50:00:50% presentó el mayor rendimiento de materia seca. En la estación de otoño se obtuvo la máxima producción de forraje y la menor en invierno. El pasto ballico perenne fue la especie que más contribuyó al rendimiento en las estaciones de otoño, invierno y primavera; mientras que el pasto ovilla y trébol blanco lo hicieron en verano. De acuerdo con el manejo de las praderas en el estudio, el ballico perenne fue la especie con menor persistencia.

Literatura citada

- Aguado, S. G. A.; Rascón, C. Q.; Pons, H. J. L.; Grageda C. O. y García, M. E. 2004. Manejo biotecnológico de gramíneas forrajeras. *Téc.Pec. Méx.* 42(002):261-276.
- Arriaga, J. C.; Espinoza, O. A.; Albarrán, P. B. y Castelán, O. O. 1999. Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el Altiplano Central. *Ciencia Ergo Sum.* 6(3):290-300.
- Brock, J. L. and Tilbrook, J. C. 2000. Effect of cultivar of white clover on plant morphology during the establishment of mixed pastures under sheep grazing. *New Zealand J. Agric. Res.* 43:335-343.
- Camacho, G. J. L. y García, M. J. G. 2003. Producción y calidad del forraje de cuatro variedades de alfalfa asociadas con trébol blanco, ballico perenne, festuca alta y pasto ovillo. *Veterinaria de México.* 34(2):151-177.
- Castro, R. R.; Hernández, G. A.; Vaquera, H. H., Hernández, G. J. de la P.; 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. Fitotec. Mex.* 35(1):87-95.
- Chapman, D. F. and Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In: Procceed XVII International grassland congress.* Palmerston North, New Zealand. 95-104 pp.
- Durand, J. L.; Schaufele, R. and Gastal, F. 1999. Grass leaf elongation rate as a function of developmental stage and temperature: Morphological analysis and modeling. *Ann. Bot.* 83:577-588.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4 (Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, DF. 217 p.
- Garduño, V. S.; Pérez, P. J.; Hernández, G. A.; Herrera, H. J. G.; Martínez, H. P. A. y Joaquín, T. B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Téc. Pec. Méx.* 47(2):189-202.
- Gylfadóttir, T.; Helgadóttir and Høgh, J. H. 2007. Consequences of including adapted white clover in northern European grassland: transfer and deposition of nitrogen. *Plan Soil.* 297:93-104.
- Hernández, G. A.; Hodgson, J. and Matthew, C. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass/white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. *New Zealand J. Agric. Res.* 40:25-35.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management: science into practice.* Longman Scientific and Technical. Harlow, England. 204 p.
- Horrocks, R. D. and Vallentine, J. F. 1999. *Harvested forages.* Academic Press. Oval Road, London. United States of America. 426 p.
- Maldonado, P. M. Á.; Rojas, G. A. R.; Torres, S. N.; Herrera, P. J.; Joaquín, C. S.; Ventura, R. J.; Hernández, G. A. y Hernández, G. F. J. Productivity of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) alone and associated with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.). *Rev. Bras. Zootec.* 46(12):890-895.
- Mendoza, P. S. I.; Hernández, G. A.; Pérez, P. J.; Quero, C. A. R.; Escalante, E. A. S.; Zaragoza, R. J. L. y Ramírez, R. O. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 1(3):287- 296.
- Minitab. 2006. *Meet minitab, manual for the basic practice of statistics.* Freeman, W. (Ed). USA.

- Ortiz, S. C. 1997. Colección de monolitos. Depto. Génesis de suelos. Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 17 p.
- Pérez, B. M. T.; Hernández, G. A.; Pérez, P. J.; Herrera, H. J. G. y Bárcena, G. R. 2002. Respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne a diferentes alturas de corte. *Téc. Pec. Méx.* 40(3):251-263.
- Pirhofer, K. W.; Rasmussen, J.; Hogh, J. H.; Eriksen, J.; Soegaar, K. and Rasmussen, J. 2012. Nitrogen transfer from forage legumes to nine neighboring plants in a multi-species grassland. *Plant Soil.* 350:71-84.
- Rojas, G. A. R.; Hernández-Garay, 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 ovilla (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Rev. Facultad Cienc. Agrá. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.* 48(2):57-68.
- Rojas, G. A. R.; Hernández-Garay, 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.
- Sanderson, M. A.; Soder, K. J.; Muller, L. D.; Klement, K. D.; Skinner, R. H. and Goelee, S. C. 2005. Forage mixture productivity and botanical composition in pastures grazed by dairy cattle. *Agron. J.* 97:1465-1471.
- SAS, Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2. User's guide release. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 360 p.
- Scheneiter, O.; Carrete, J. y Amendola, C. 2006. Utilización de pasturas de alfalfa-festuca alta con dos sistemas de pastoreo. Disponibilidad, composición y digestibilidad del forraje. *Revista de Investigaciones Agropecuarias.* 35(003):3-18.
- Velasco, Z. M. E.; Hernández, G. A. y González, H. V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Téc. Pec. Méx.* 43(002):247-258.
- 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. R. 2009. Análisis de crecimiento estacional de una pradera de una pradera asociada alfalfa-pasto ovilla. *Téc. Pec. Méx.* 47(002):173-188.