

Dinámica poblacional de plantas y tallos de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.)

Tiller population dynamics of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in monoculture and in mixtures with orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.)

Recibido: 7 de octubre del 2016
Aceptado: 6 de noviembre del 2017
Publicado: 13 de abril del 2018

Cómo citar:

Flores Santiago, E. J., Hernández Garay, A., Guerrero Rodríguez, J. D., Vaquera Huerta, H., Cadena Villegas, S., Mendoza Pedroza, S. I., & Ramírez Sánchez, O. (2018). Dinámica poblacional de plantas y tallos de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) *Acta Universitaria*, 28(1), 30–37. doi: 10.15174/au.2018.1587

Ever del Jesús Flores Santiago^{*o}, Alfonso Hernández Garay^{*}, Juan de Dios Guerrero Rodríguez^{**}, Humberto Vaquera Huerta^{***}, Said Cadena Villegas^{***}, Sergio Iban Mendoza Pedroza^{***}.

^{*} Postgrado Ganadería, Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. C.P. 56230. Correo electrónico: flores.ever@colpos.mx

^{**} Campus Puebla, Colegio de Postgraduados.

^{***} Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

^{****} Postgrado Estadística Aplicada, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados.

^o Autor de correspondencia.

Palabras Clave:

Lolium perenne; dinámica poblacional; tasa de aparición; tasa de muerte; tasa de sobrevivencia.

Keywords:

Lolium perenne; population dynamics; emergence rate; death rate; survival rate.

RESUMEN

El objetivo fue determinar la dinámica poblacional de plantas y tallos del ballico perenne (BP; *Lolium perenne* L.), solo y asociado con pasto ovillo (PO; *Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (TB; *Trifolium repens* L.). Ovinos de la raza Suffolk con Dorset se utilizaron solo como defoliadores. Los tratamientos fueron las proporciones: 100:00:00, 40:20:40, 50:00:50, 20:40:40, 70:20:10, 20:70:10 y 40:40:20% de BP, PO y TB, respectivamente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluó la densidad de plantas (DP), densidad de población (DPT), tasa de aparición (TAT), tasa de muerte (TMT) y tasa de sobrevivencia de tallos (TST). La mayor DP promedio en ballico perenne se presentó en otoño-invierno en la asociación 50:00:50 con 13 plantas m², respectivamente ($p < 0.05$). La DPT fue diferente ($p < 0.05$) entre asociaciones; sin embargo, se observó un comportamiento muy variable, siendo en invierno (422 tallos m²) cuando se registraron las mayores DPT (50:00:50; $p < 0.05$). La asociación 20:40:40 obtuvo la mayor TAT con 7.0 tallos 100 tallos⁻¹, misma que en marzo presentó la mayor TMT al igual que 70:20:10, con 4 tallos 100 tallos⁻¹ en abril, respectivamente ($p < 0.05$). La dinámica poblacional de plantas y tallos de ballico perenne (DPT, TAT, TMT, TST), no está determinada por la proporción de las especies en las asociaciones, pero si es definida por la estación del año independientemente de las proporciones asociadas.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the population dynamics of tillers of perennial ryegrass (BP; *Lolium perenne* L.), as a monoculture and in mixtures with orchard grass (PO; *Dactylis glomerata* L.) and white clover (TB; *Trifolium repens* L.) under grazing conditions. Sheep belonging to Suffolk with Dorset breed were used as defoliators. The treatments were the combinations: 100:00:00, 40:20:40, 50:00:50, 20:40:40, 70:20:10, 20:70:10 and 40:40:20% of BP, PO, and TB, respectively. A complete randomized block design with three replications was used. The variables evaluated were: plant density (DP), density of population of tillers (DPT), rate of appearance (TAT), death rate (TMT) and survival rate of tillers (TST). The highest average of DP in BP was found in autumn-winter with the mixture 50:00:50, reaching 13 plants m², respectively ($p < 0.05$). In DPT there were differences ($p < 0.05$) among BP mixtures; however, a highly variable performance was observed, being in winter when the highest DP values were found (422 tillers m²) in the mixture 50:00:50 ($p < 0.05$). In BP, the mixture 20:40:40 had the highest TAT with 7.0 tillers 100⁻¹ tillers, same mixture presenting the highest TMT in March; as with the mixture 20:70:10, with 4 tillers 100 tillers⁻¹ in April, respectively ($p < 0.05$). Tiller population dynamic of ballico perenne (DPT, TAT, TMT, TST) is not determined by the proportion of species in the associations; however, it is defined by the season regardless of the associated proportions.

INTRODUCCIÓN

Ballico perenne (*Lolium perenne* L.), es uno de los pastos más importante en los sistemas de producción de leche en zonas templadas a nivel mundial, por su alto rendimiento, calidad nutritiva y persistencia al pastoreo (Burns, Gilliland, Grogan, Watson & O'Kiely, 2013). Tal persistencia se relaciona con la densidad de plantas, aparición continua de tallos de manera estacional y a través del año a partir de yemas axilares presentes en tallos más viejos (Stivanin et al., 2014), así como en la capacidad del tallo para mantener su estructura y composición morfológica (Lee et al., 2016). Dicha formación de nuevos tallos ayuda al establecimiento y perennidad, de manera que se aumenta la producción de forraje (Cashman, McEvoy, Gilliland & O'Donovan, 2016; Griffiths, Matthew, Lee & Chapman, 2016; Lee et al., 2016).

En gramíneas, los tallos tienen una longevidad limitada y el sobrepastoreo puede ser una causa de muerte frecuente, debido a que se consumen los meristemos (Fialho et al., 2012; Ramírez et al., 2011). En este contexto, es importante asegurar el reemplazo de tallos muertos como medida para mantener el rendimiento de materia seca y estabilidad de la población (Hernández, Matthew & Hodgson, 1999; Hodgson, 1990). La dinámica de tallos ha sido estudiada ampliamente en especies tropicales (Difante et al., 2008; Fialho et al., 2012; Zanine et al., 2013). Barth et al. (2013), mencionan que existe poca información sobre la dinámica del pasto ballico perenne solo o en asociación con gramíneas y leguminosas.

En monocultivos de ballico perenne o asociaciones con pasto ovillo y trébol blanco, la densidad y dinámica de tallos depende del constante rebrote de la pradera influenciado por el manejo y las condiciones del clima durante cada estación y a través del año (Interrante, Sollenberger, Blount, White-Leech & Liu, 2010; Islam & Hirata 2005). El conocimiento de la dinámica poblacional de tallos durante el año es, por tanto, una referencia esencial para el manejo de praderas permitiendo mejoras significativas en la persistencia y productividad de la pradera. Por tal motivo, el objetivo de esta investigación fue analizar el comportamiento de la dinámica poblacional de plantas y tallos de ballico perenne asociado en diferentes proporciones con pasto ovillo y trébol blanco, utilizando ovinos solo como defoliadores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio y su duración

El estudio se realizó en Montecillo, Texcoco, Estado de México, en praderas solas de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y asociadas con pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y

trébol blanco (*Trifolium repens* L.), en su segundo año de crecimiento. El suelo es de textura arcillo-limosa, medianamente alcalino (pH de 7.8), conductividad eléctrica de 1.7 dSm⁻¹ (sin problemas de salinidad), el contenido de materia orgánica y nitrógeno es alto con 3.4% y 0.158%, respectivamente (Delgado, Escalante, Díaz, Trinidad-Santos, Morales & Sosa, 2014). El clima de la región es templado subhúmedo con lluvias en verano, tipo Cw (García, 2005). Las temperaturas máximas, mínimas y medias, así como la distribución de la precipitación durante el periodo de estudio se muestran en la figura 1.

Se evaluaron siete diferentes proporciones de ballico perenne (BP) con pasto ovillo (PO) y trébol blanco (TB). Los tratamientos fueron las proporciones 100:00:00, 40:20:40, 50:00:50, 20:40:40, 70:20:10, 20:70:10 y 40:40:20 como porcentaje (%) de BP asociado con PO y TB, respectivamente. La proporción de ballico perenne, pasto ovillo y trébol blanco en las asociaciones se definió con respecto a la densidad de siembra real recomendada para cada especie (30 kg ha⁻¹ para ballico perenne y pasto ovillo y 6 kg ha⁻¹ trébol blanco). La siembra se realizó al voleo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La pendiente fue la razón del bloqueo. Las unidades experimentales fueron 21 y consistieron en 12.3 m de largo por 6.1 m de ancho; no fueron fertilizadas y solo se irrigaron en la época de sequía, a intervalos de 15 días. El área se delimitó con cerco eléctrico y antes de iniciar la investigación, se realizó un pastoreo de uniformidad con ovinos de la cruce de las razas Suffolk con Dorset que fueron utilizados como defoliadores, cosechando aproximadamente a 5 cm sobre el nivel del suelo. Los pastoreos se realizaron cada cinco, seis y cuatro semanas en los meses que comprenden la estación de otoño, invierno y primavera-verano, respectivamente.

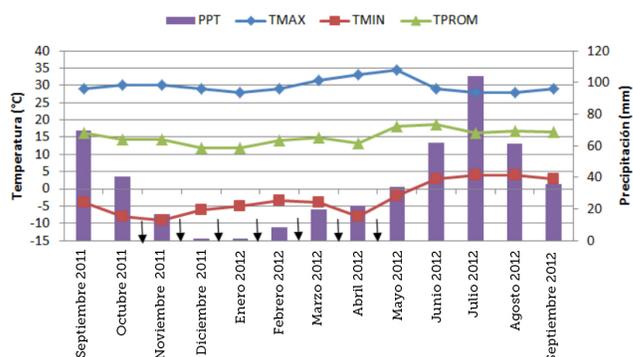


Figura 1

Características climáticas durante el periodo de estudio (Septiembre 2011 a junio 2012).

Fuente: Estación meteorológica del Colegio de Posgraduados en Montecillo, Texcoco, Estado de México. Riegos (↓).

Variables estudiadas

Densidad de plantas

Al inicio del experimento se colocó un cuadro fijo de un 1 m² de forma aleatoria en cada unidad experimental. Un día después del pastoreo y durante cada mes se contabilizó el número de plantas presentes en las gramíneas (ballico perenne y pasto ovillo), mientras que en la leguminosa (trébol blanco) fue por medio de cobertura (%) y con ello, se obtuvo el promedio de plantas de manera mensual y estacional.

Para medir la demografía de tallos de ballico perenne a través del año se fijaron de manera aleatoria, a nivel de suelo dos aros de PVC de 10.4 cm de diámetro, en los cuales se marcaron todos los tallos de gramíneas existentes en cada unidad experimental con anillos de cable de un mismo color y se consideraron como población inicial (el número de tallos vario de acuerdo a la proporción de ballico perenne en las asociaciones). Cuando las unidades experimentales eran constituidas por la asociación de las dos especies de gramíneas, cada aro registraba una especie. Posteriormente, cada mes, durante un año, los tallos nuevos que aparecieron en mediciones sucesivas se contabilizaron y marcaron con anillos de diferente color, para diferenciar cada generación. Los tallos muertos en cada medición sucesiva se contaron y se les retiró el anillo correspondiente. El número de tallos nuevos obtenidos en mediciones sucesivas se multiplicaron por el número de plantas m² y se estimó la densidad de población de tallos (DPT; tallos m²) y sus respectivas tasas de aparición (TAT) y muerte (TMT), de acuerdo con las ecuaciones: DPT = Número total de tallos vivos existentes en cada muestreo; TAT = (Número de tallos nuevos / DPT del muestreo anterior)*100; TMT = (Número de tallos muertos / DPT del muestreo anterior)*100 (Carvalho et al., 2000). La tasa de supervivencia de tallos (TST) se obtuvo de manera indirecta por medio de la ecuación TST = 100 – TMT (Carvalho et al., 2000).

Análisis de datos

Para investigar el efecto de los tratamientos (asociaciones) sobre las variables de respuesta: densidad de plantas, DPT, TAT, TMT y TST (considerando los meses del año del periodo de estudio que se agruparon por estación del año para facilitar su análisis, presentación y discusión) se utilizó el modelo de análisis de medidas repetidas mediante el procedimiento PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2002). Para seleccionar la matriz de varianzas se utilizó el criterio de información de Akaike (Wolfinger, 1993). Las medias de las causas de variación (tratamientos, estación del año y su interacción) se estimaron con el procedimiento *Least-Squares Means* (LSMEANS) y la comparación entre ellas se realizó por medio de la probabilidad de

la diferencia (PDIFF) con la prueba de "t" de Student. La demografía de tallos durante el estudio se presenta mediante un diagrama por cada medición sucesiva, con base en estadísticos descriptivos (promedios) de cada generación de tallos.

RESULTADOS

Cambios en la densidad de plantas de asociaciones de ballico perenne con pasto ovillo y trébol blanco

Las proporciones de gramíneas y leguminosa en la asociación no influenciaron la densidad de plantas a través del año ($p < 0.05$) entre asociaciones; sin embargo, los cambios de temperatura a nivel estacional si determinaron la densidad de plantas (tabla 1). En ballico perenne en promedio, disminuyó conforme avanzó el periodo experimental, pasando de 11 plantas por m² en otoño a 4 plantas por m² en verano. La mayor densidad de plantas promedio en ballico perenne se presentó en otoño e invierno con 13 plantas por m² en la asociación 50:00:50 de BP: PO: TB, respectivamente ($p < 0.05$).

Demografía de tallos

Los diagramas de tallos muestran la supervivencia a través del tiempo del ballico perenne (figura 2), para cada generación que apareció entre mediciones sucesivas y su contribución a la población total de tallos en un momento determinado.

La demografía de tallos en ballico perenne presentó una gran variación en su comportamiento dependiendo de la asociación (figura 2). El ballico perenne se destacó en la mayoría de las asociaciones por un pico máximo en su demografía de tallos durante el periodo de invierno ($p < 0.05$), siendo a final de otoño e inicios de invierno (diciembre) donde se obtuvieron las máximas densidades de tallos a excepción de las asociaciones 50:00:50 y 20:70:10 de BP: PO: TB en las que se presentó en enero durante la estación invernal ($p < 0.05$). Las menores densidades de tallos se registraron a finales del periodo experimental (septiembre), destacando la desaparición parcial de ballico perenne en número de plantas y por consiguiente en su población de tallos en todas las asociaciones.

Cambios mensuales en densidad poblacional de tallos (DPT) de ballico perenne

Todas las asociaciones mostraron una caída en la DPT a finales del otoño (figura 2), con una recuperación inmediata al inicio del invierno, etapa en la que se registraron los valores más altos en la DPT. De mitad del invierno en adelante se presentó un decremento general conforme transcurrió el estudio ($p > 0.05$).

Tabla 1 Densidad de plantas (plantas m²) de ballico perenne (BP) solo y asociado con pasto ovillo (PO) y trébol blanco (TB)

Asociaciones (BP: PO: TB, %)									
	40:20:40	50:00:50	100:00:00	20:40:40	70:20:10	20:70:10	40:40:20	PROM	EEM
Ballico perenne									
OTO	10 B	13 Ba	23 Aa	7 D	12 B	5 B	10 Ba	11 a	1.7
INV	8 B	13 Ba	24 Aa	6 B	10 B	5 B	10 Ba	11 a	1.8
PRIM	4 B	9 Bab	18 Aab	4 B	7 B	3 B	3 Bab	7 b	1.4
VER	2 B	4 ABb	12 Ab	2 B	2 B	1 B	2 Bb	4 c	0.83
PROM	6 CD	10 B	19 A	5 CD	8 BC	4 D	7 CD		
EEM	1.1	1.5	3.3	0.9	1.2	0.6	1.1		
Asociaciones (BP: PO: TB, %)									
	40:20:40	50:00:50	100:00:00	20:40:40	70:20:10	20:70:10	40:40:20	PROM	EEM
Pasto ovillo									
OTO	14 D	-	-	22BC	17 CD	23 BC	21 BCD	22	1.5
INV	13 C	-	-	20 BC	18 BC	24 B	19 BC	21	1.6
PRIM	14 C	-	-	19 BC	19 BC	20 BC	18 BC	21	1.5
VER	17 B	-	-	18 B	20 B	20 B	20 B	21	1.2
PROM	14 D	-	-	20 BC	18 CD	22 BC	20 BC		
EEM	0.7	-	-	1.3	1.1	1.8	1		
Trébol blanco									
OTO	9 b	12 b	-	11	9	8	10 b	10 c	0.86
INV	12 ABab	17 Ab	-	12 AB	11 B	9 B	12 ABab	12 bc	0.88
PRIM	15 a	17 b	-	13	13	12	15 ab	14 bc	0.74
VER	14 Bab	21 Aa	-	14 B	13 B	12 B	17 ABa	15 a	0.88
PROM	13 BC	16 A	-	12 BC	12 BC	10 C	14 AB		
EEM	1.4	1.4	-	0.8	0.8	1	1.5		

Medias con mayúsculas iguales por hilera no son diferentes ($p < 0.05$), y medias con minúsculas iguales por columna no son diferentes ($p < 0.05$). EMM= Error estándar de la media. Fuente: Elaboración propia.

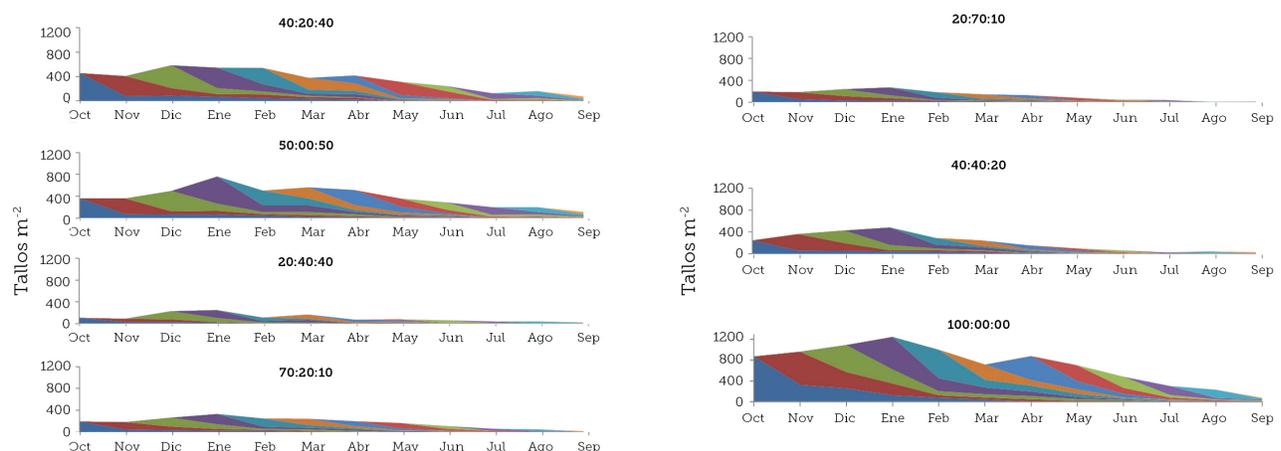


Figura 2

Densidad de tallos de ballico perenne (BP) en siete asociaciones (BP: PO: TB). Colores diferentes en la figura, indican el comportamiento en la densidad de tallos durante cada mes a través del año.

Fuente: Elaboración propia.

Dinámica poblacional de plantas y tallos de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) | Ever del Jesús Flores Santiago, Alfonso Hernández Garay, Juan de Dios Guerrero Rodríguez, Humberto Vaquera Huerta, Said Cadena Villegas, Sergio Iban Mendoza Pedroza, Osmara Ramírez Sánchez | 30-37

La asociación 50:00:50 de BP: PO: TB alcanzó dos picos máximos en DPT (422 tallos m²) durante otoño e invierno (octubre y diciembre), y superó en 38, 46, 58, 187 y 238 % a las asociaciones 20:40:40, 40:40:20, 20:70:10, 70:20:10 y 40:20:40, respectivamente ($p < 0.05$), las cuales presentaron su mayores DPT en invierno.

La menor DPT de tallos durante el periodo de evaluación se presentó a finales del verano e inicio del otoño (septiembre) en la asociación 20:70:10 de BP: PO: TB con 3 tallos m². El monocultivo de ballico perenne superó en 101% a la mejor asociación 50:00:50 de BP: PO: TB ($p < 0.05$).

Tasa de aparición (TAT) y muerte de tallos (TMT) de ballico perenne

Independientemente de la asociación la mayor TAT para ballico perenne se presentó al inicio del invierno (diciembre; figura 2), siendo la asociación 20:40:40 la que obtuvo el mayor valor con 7.0 tallos 100 tallos⁻¹, superando en 11%, 25%, 32%, 40% y 94.4% a las asociaciones 20:70:10,

40:40:20, 70:20:10, 40:20:40 y 50:00:50, respectivamente ($p < 0.05$). Todas las asociaciones registraron la menor TAT a finales de la estación de verano.

Las mayores TMT se presentaron en primavera (marzo y abril) en las asociaciones 20:40:40 y 70:20:10 de BP: PO: TB con 4 tallos 100 tallos⁻¹, respectivamente ($p < 0.05$). Durante el verano (agosto y septiembre) se encontraron las menores TMT en 70:20:10 de BP: PO: TB con 0.7 tallos 100 tallos⁻¹ ($p < 0.05$).

Tasa de sobrevivencia de tallos (TST) de ballico perenne

La TST promedio de ballico perenne fue mayor en la época otoño-invierno (tabla 2). Se presentaron diferencias ($p < 0.05$) entre tratamientos durante primavera-verano (marzo, abril, julio, agosto y septiembre), la asociación 70:20:10 de BP: PO: TB fue la de mayor TST (99.3), mientras que las asociaciones 20:40:40 y 70:20:10 fueron las de menor TST con 96.0.

Tabla 2 Tasa de sobrevivencia de Ballico perenne (BP) en asociaciones de gramíneas-leguminosa

Asociaciones (ovillo: ballico perenne: trébol blanco)	40:20:40	50:00:50	100:00:00	20:40:40	70:20:10	20:70:10	40:40:20	EMM	EEM
Tasa de sobrevivencia de tallos (TST) de ballico perenne									
OCT	99 a	99 a	99 a	98.7 a	98.3 abc	99 a	98.7	0.11	1.7
NOV	99 a	99 a	98.7 a	99 a	98.3 abc	99 a	98.7	0.13	1.8
DIC	98.7 ab	99 a	98 abc	97.3 abc	97.7 abcd	97.7 abcd	97.7	0.27	1.4
ENE	98.3 ab	98 ab	98 abc	98.7 a	98.7 ab	97.7 abcd	98.7	0.17	0.83
FEB	98 abc	98 ab	98.3 ab	98.3 ab	98.7 ab	98.7 ab	98	0.14	
MAR	98.7 Aab	96.7 BCb	98 ABabc	96 Cc	97 ABCbcd	98.3 ABabc	98.3 AB	0.28	
ABR	97 ABbc	97 ABb	96.7 Bbc	98.7 Aa	96 Bd	96.3 Bd	97.7 AB	0.30	1.5
MAY	98.3 ab	97.7 ab	97.7 abc	96.7 bc	96.7 cd	97 bcd	97.3	0.29	1.6
JUN	97.7 abc	96.7 b	97.3 abc	98 ab	97.7 abcd	97.7 abcd	97.7	0.25	1.5
JUL	99 Aa	97.6 ABab	96.3 Bc	99 Aa	97.3 ABbcd	97.6 ABabcd	97.7 AB	0.28	1.2
AGO	96.3 Bc	97.7 ABab	99 Aa	99 Aa	99.3 Aa	96.7 Bcd	98.7 A	0.34	
SEP	97 Bbc	98 ABab	98.3 ABab	98.7 ABa	99.3 Aa	98.3 ABabc	99 A	0.36	
EEM	0.22	0.19	0.21	0.22	0.23	0.25	0.17		0.86
INV	12 ABab	17 Ab	-	12 AB	11 B	9 B	12 ABab	12 bc	0.88
PRIM	15 a	17 b	-	13	13	12	15 ab	14 bc	0.74
VER	14 Bab	21 Aa	-	14 B	13 B	12 B	17 ABa	15 a	0.88
PROM	13 BC	16 A	-	12 BC	12 BC	10 C	14 AB		
EEM	1.4	1.4	-	0.8	0.8	1	1.5		

Medias con mayúsculas iguales por hilera no son diferentes ($p < 0.05$), y medias con minúsculas iguales por columna no son diferentes ($p < 0.05$). EMM= Error estándar de la media. Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Cambios en la densidad de plantas de asociaciones de ballico perenne con pasto ovillo y trébol blanco

La disminución en número de plantas de ballico perenne se pudo deber al efecto de competencia inter específica entre plantas de las especies presentes en la asociación, así como a la competencia con la maleza presente en determinada época del año por luz y nutrimentos del suelo (Hirata & Pakiding, 2004; McKenzie, Kemp, Moot, Matthew & Lucas, 1999).

Demografía de tallos

La disminución en la densidad de tallos en ballico perenne pudo ser influenciada por la disminución en el número de plantas (tabla 1). Al respecto, autores mencionan que la persistencia de una especie en la pradera está asociada al mantenimiento de su población de plantas y producción en el tiempo, vinculada a un equilibrio dinámico y armonioso entre la mortalidad y la aparición de tallos (Matthew, Assuero, Black & Sackville, 2000), de modo que los tallos muertos son remplazados por nuevos que mantienen al macollo en la pradera (Fialho *et al.*, 2012). Si la sustitución del tallo falla y la muerte es más alta que la emergencia de nuevos de tallos, la pradera entra en una etapa de degradación (Marshall, 1987).

Cambios en densidad poblacional de tallos (DPT) de ballico perenne

Resultados similares fueron reportados en 2007 y 2013, donde se obtuvieron las mayores DPT durante el invierno, presentando picos máximos en los meses de diciembre y enero (Castro *et al.*, 2013; Velasco, Hernández & González, 2007).

Tasa de aparición (TAT) y muerte de tallos (TMT) de ballico perenne

Con respecto a TAT Castro *et al.* (2013), reportaron dos picos de aparición, el primero en abril y el segundo en noviembre, siendo la asociación 40:20:40 de BP: PO: TB la que mostró el valor más alto (6.9 tallos 100 tallos⁻¹; $p > 0.05$). Estudios en praderas de ballico perenne realizados por Velasco *et al.* (2007) reportaron las mayores TAT en verano e invierno, las cuales duplicaron a las de otoño y primavera, coincidiendo con los resultados observados en este estudio, ya que las mayores TAT ocurrieron después de la helada presentada en noviembre (figura 1).

La TMT registrada en la presente investigación difiere con lo reportado en 2013, donde se obtuvo la mayor mortalidad

en asociaciones con 40% de ballico perenne en octubre (4.3 tallos 100 tallos⁻¹; Castro *et al.*, 2013), mientras que en 2009, se registró la mayor TMT en verano (Garduño *et al.*, 2009).

Pearson & Ison (1997), mencionan que el incremento en DPT durante primavera-verano se debe a la influencia de la luz y calidad de esta, ya que el crecimiento está determinado por la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada por el dosel vegetal, factores relacionados con la dinámica de ahijamiento (aparición y muerte de tallos); además de una temperatura óptima para crecimiento (Matthew, Van-Loo, Tom, Dawson & Care, 2001).

En cuanto a la TAT, se especula un incremento por efecto de la defoliación severa de tallos reproductivos que son la fuente de nutrientes de los tallos jóvenes y a los disturbios ocasionados por selección de macollos que puede generar incrementos de hasta 40% en la TAT (Castro *et al.*, 2013).

Korte & Harris (1987) mencionan que la estacionalidad en la aparición de tallos en ballico perenne se relaciona con su amplia adaptabilidad a climas fríos y con inviernos no muy severos (Demagnet, 2008). La aparición de tallos puede ser influenciada igual por el mes dentro de la estación y condiciones climáticas presentes y es una forma de disminuir la distancia entre plantas y de ocupar el espacio dejado por los tallos muertos (Fialho *et al.*, 2008).

La mayor TMT se puede atribuir a la defoliación severa y selectiva de ovinos debido a la alta digestibilidad y calidad nutritiva del ballico perenne (Burns *et al.*, 2013; Grogan & Gilliland, 2011). Además puede estar asociada con la mayor velocidad de crecimiento de los tallos presentes en la pradera, que promueven una mayor altura de la pradera, y con ello mayor sombreado de las hojas y tallos presentes en los estratos inferiores causando su muerte (Hernández *et al.*, 1999), esto explica la mayor mortalidad de tallos en primavera en la especie evaluada.

Tasa de sobrevivencia de tallos (TST) de ballico perenne

La mayor TST durante la época otoño-invierno pudo ser resultado directo de las bajas TMT (tabla 2), lo que sugiere que la supervivencia de tallos puede ser un mecanismo de adaptación utilizado por las plantas para mantener su persistencia en condiciones de bajas temperaturas, influenciado por periodos cortos de luz durante la temporada invernal (figura 1).

CONCLUSIONES

La densidad de plantas y dinámica poblacional de tallos en ballico perenne medida como densidad poblacional de tallos,

tasa de aparición y muerte de tallos y tasa de sobrevivencia de tallos no está determinada por la proporción de esta especie u otros componentes en las asociaciones. Los meses agrupados como estaciones del año son condiciones ambientales que definen la magnitud de la densidad poblacional y dinámica poblacional de tallos de ballico perenne, independientemente de la proporción que este ocupe en las asociaciones. La tasa de aparición de tallos y tasa de muerte de tallos presento una dinámica acelerada durante la estación invernal y decreciente en la estación de verano, respectivamente. Efecto que puede ser asociado a la temperatura optima de crecimiento de ballico perenne.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), por el apoyo económico, que hizo posible la realización de este trabajo. Así mismo, al Colegio de Postgraduados y en especial al Programa de Ganadería por contribuir con recursos económicos.

REFERENCIAS

- Barth, A., Carvalho, P., Lemaire, G., Sbrissia, A., Canto, M., Savian, J., Azevedo, G., & Bremm, C. (2013). Perfilamento em pastagem de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(3), 329-338.
- Burns, G., Gilliland, T., Grogan, D., Watson, S., & O'kiely, P. (2013). Assessment of herbage yield and quality traits of perennial ryegrasses from a national variety evaluation scheme. *Journal of Agricultural Science*, 151(3), 331-346.
- Carvalho, C., Silva, S., Sbrissia, A., Pinto, L., Carnevalli, R., Fagundes, J., & Pedreira, C. (2000). Demografia do perfilamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim 'Tifton 85' sob pastejo. *Scientia Agricola*, 57(4): 591-600.
- Cashman, P., McEvoy, M., Gilliland, T., & O'Donovan, M. (2016). A comparison between cutting and animal grazing for dry-matter yield, quality and tiller density of perennial ryegrass cultivars. *Grass and Forage Science*, 71(1), 112-122. doi:10.1111/gfs.12166
- Castro, R., Hernández, A., Ramírez, O., Aguilar, G., Enríquez, J., & Mendoza, S. (2013). Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(2), 201-215.
- Delgado, R., Escalante, J., Díaz, R., Trinidad-Santos, A., Morales, E., & Sosa, E. (2014). Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6), 1015-1027.
- Demant, R. (2008). *Manual de especies forrajeras y manejo de pastoreo*. Santiago de Chile: Plan Desarrollo Lechero Watt's.
- Difante, G., Nascimento, D., Silva, S., Euclides, V., Zanine, A., & Adese, B. (2008). Dinâmica do perfilamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 189-196.
- Fialho, C., Silva, S., Gimenes, F., Gomes, M., Berndt, A., & Gerdes, L. (2012). Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 34(3), 245-251.
- García, E. (2005). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 4a (Ed.). Universidad Autónoma de México (UNAM). D. F., México. 217 p.
- Garduño, S., Pérez, J., Hernández, A., Herrera, J., Martínez, P., & Joaquín, B. (2009). Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de Ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Revista Técnica Pecuaria México*, 47(2), 189-202.
- Griffiths, W., Matthew, C., Lee, J., & Chapman, D. (2016). Is there a tiller morphology ideotype for yield differences in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)?. *Grass and Forage Science*, 72(4), 700-713. doi:10.1111/gfs.12268.
- Grogan, D., & Gilliland, T. (2011). A review of perennial ryegrass variety evaluation in Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 50(1), 65-81.
- Hernández, A., Matthew, C., & Hodgson, J. (1999). Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass and Forage Science*, 54(4), 347-356.
- Hirata, M., & Pakiding, W. (2004). Tiller dynamics in a bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture under cattle grazing. *Tropical Grasslands*, 35(3), 151-160.
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: science into practice*. UK: Longman Group UK Ltd.
- Interrante, S., Sollenberger, L., Blount, A., White-Leech, R., & Liu, K. (2010). Bahiagrass Tiller Dynamics in Response to Defoliation Management. *Crop Science*, 50(5), 2124-2132.
- Islam, M., & Hirata, M. (2005). Leaf appearance, death and detachment, and tillering in centipedegrass [*Eremochloa ophiuroides* (Munro) Hack.] in comparison with bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé): A study at a small sod scale. *Grassland Science*, 51(2), 121-127.
- Korte, C., & Harris, W. (1987). Stolon development in grazed "Grassland Nui" perennial ryegrass. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 30(2), 309-319.
- Lee, J., Thom, E., Wynn, K., Waugh, D., Rossi, L. & Chapman, D. (2016). High perennial ryegrass seeding rates reduce plant size and survival during the first year after sowing: does this have implications for pasture sward persistence?. *Grass Forage Science*, 72(3), 382-400. doi:10.1111/gfs.12243
- Marshall, C. (1987). Physiological aspects of pasture growth. En Snaydon, R. (Ed.). *Managed grasslands: analytical studies. Ecosystems of the world*. (pp. 29-46). Amsterdam: Elsevier Science.

- Matthew, C., Assuero, S., Black, C., & Sackville, H. (2000). Tiller dynamics of grazed swards. En Lemaire, G., Hodgson, J., Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P. (Eds.). *Grassland ecophysiology and grazing ecology*, (pp. 127-150). Wallingford: CABI Publishing.
- Matthew, C., Van-Loo, E., Tom, E., Dawson, L., & Care, D. (Febrero, 2001). *Understanding shoot and root development*. Proceedings: XIX International Grassland Congress. Sao Paulo, Brasil.
- McKenzie, B., Kemp, P., Moot, D., Matthew, C., & Lucas, R. (1999). Environmental effects on plant growth and development. En White, J. & Hodgson, J. (eds.). *New Zealand Pasture Crop Science*. (pp. 29-44). Auckland, New Zealand: Oxford University Press.
- Pearson, C., & Ison, R. (1997). *Agronomy of grassland systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ramírez, O., Silva, S., Hernández, A., Enríquez, J., Pérez, J., Quero, A., & Herrera, J. (2011). Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv. 'mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(3), 213-220.
- SAS Institute. (2002). *Statistical Analysis System* (version 9.0 ed.). Cary NC, USA.
- Stivanin, S., Rocha, M., Potter, L., Silva, V., Alves, M., & Salvador, P. (2014). Tiller dynamics of ryegrass managed under two stocking rates. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 36(3), 279-283.
- Velasco, M., Hernández, A., & González, V. (2007). Cambios en componentes del rendimiento de una pradera de Ballico perenne, en respuesta a la frecuencia de corte. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(1), 79-87.
- Wolfinger, R. (1993). Covariance structure selection in general mixed models. *Communications in Statistics-Simulation and computation*, 22(4), 1079-1106.
- Zanine A., Nascimento, D., Domicio, B., Silveira, M., Silva, W., & Santos, M. (2013). Tillering dynamics in Guinea grass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(39), 155-161.