

## **Dinámica poblacional de tallos de pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.)**

### **Population dynamics of orchard grass stalks (*Dactylis glomerata* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) associated with white clover (*Trifolium repens* L.)**

Adelaido Rafael Rojas García <sup>1</sup>, Alfonso Hernández Garay <sup>2</sup>, Marco Antonio Rivas Jacobo <sup>3</sup>,  
Sergio Iban Mendoza Pedroza <sup>4</sup>, María de los Ángeles Maldonado Peralta <sup>5</sup>, Santiago Joaquín Cancino <sup>6</sup>

Originales: *Recepción*: 10/11/2015 - *Aceptación*: 24/06/2016

#### **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue evaluar cuatro asociaciones de dos gramíneas y una leguminosa, en diferentes porcentajes. La siembra se realizó en febrero de 2010, en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México; tomando como base las densidades de 20, 30 y 5 kg ha<sup>-1</sup> para pasto ovilla (Ov), ballico perene (Ba) y trébol blanco (Tr), respectivamente. Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50% de Ov, Ba y Tr. Los cuatro tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 12 parcelas experimentales de 9 por 8 m de acuerdo con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La asociación 50-00-50 de Ov-Ba-Tr es la que presenta mayor densidad de tallos de pasto ovilla con un promedio

- 
- 1 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia N°2. Universidad Autónoma de Guerrero. 41940. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. rogarcia\_05@hotmail.com
  - 2 Recursos Genéticos y Productividad Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México - Texcoco, México.
  - 3 Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera San Luis Potosí-Matehuala km. 14.5, Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. México.
  - 4 Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México.
  - 5 Licenciatura en Ciencias y Tecnología de Alimentos. Unidad Académica Región de la Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero. Cruz grande, Municipio de Florencio Villareal, Guerrero, México.
  - 6 Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, Edificio Centro de Gestión de Conocimiento. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

de 4.250 tallos  $m^{-2}$ , y el menor la asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr con un promedio de 3.400 tallos  $m^{-2}$  ( $p = 0,05$ ). La asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr presentó mayor peso por tallo de pasto ovillo en ambos años con un promedio de 0,3 g tallo $^{-1}$ , y menor peso la asociación 50-00-50 con 0,23 g tallo $^{-1}$ . En conclusión se recomienda utilizar la asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr ya que obtuvo el mayor peso por tallo en ambas gramíneas y la menor dinámica de población de tallos, por lo tanto, existió una compensación tamaño/ densidad, lo cual se reflejó en el mayor rendimiento de forraje; con una frecuencia de 4 semanas en primavera-verano y cada 5 y 6 semanas en otoño e invierno.

### Palabras clave

tasa de aparición • muerte • sobrevivencia • peso por tallo

### ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate four associations of two grass and a legume in different percentages. Sowing was done in February 2010, in the Graduate College, Campus Montecillo, Mexico; based on the densities of 20, 30 and 5 kg  $ha^{-1}$  for orchard grass (Ov), perennial ryegrass (Ba) and white clover (Tr), respectively. Treatments consisted of the following associations: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50% Ov, Ba and Tr. The four treatments were randomly distributed in 12 experimental plots of 9 by 8 m according to a design of a randomized complete block with three replications. The association 50-00-50 of Ov-Ba-Tr is the one with greater density orchard grass stalks with an average of 4,250  $m^2$  stems, and lower the association 20-40-40 of Ov-Ba-Tr with an average of 3,400  $m^2$  stems ( $p = 0.05$ ). The association 20-40-40 of Ov-Ba-Tr showed greater weight orchard grass stem in both years with an average of 0.3 g stem $^{-1}$  and lower weight partnership 50-00-50 with 0.23 g stem $^{-1}$ . In conclusion it is recommended to use the association 20-40-40 of Ov-Ba-Tr since I obtained the highest weight per stem in both grasses and the smallest population dynamics of stems, therefore, there was compensation size/density, which was reflected in the increased forage yield; with a frequency of 4 weeks in spring-summer and every 5 to 6 weeks in autumn and winter.

### Keywords

rate of occurrence • death • survival • weight per stem

### INTRODUCCIÓN

En las gramíneas la unidad básica de crecimiento es el hijuelo o fitómero, y en su conjunto, por unidad de superficie forman una población, por lo tanto una pradera puede ser vista como una población de tallos (20). De esta manera, un aumento en la población de tallos significa mayor producción de forraje, por ser el resultado del peso individual multiplicado por el número de tallos.

En una pradera de gramínea, los tallos emergen, crecen y mueren continuamente a tasas variables según las condiciones ambientales, estación del año y manejo de la defoliación (13, 14, 16, 19, 25).

La producción de forraje en una pradera puede ser dividida en dos componentes: el número de tallos por unidad de área de superficie y el rendimiento individual por tallo (13). Así, la persistencia y producción

de las especies forrajeras depende del balance entre la producción de nuevos tallos y la muerte de los ya establecidos.

El conocimiento de la dinámica poblacional de los tallos es una referencia esencial para el manejo de praderas. Con la manipulación de la defoliación, se pueden modificar los picos mensuales y estacionales de aparición de tallos y, con ello, incrementar la densidad de tallos y la productividad de las gramíneas (16, 21).

En una investigación realizada por Castro *et al.* (2013), en el valle de México en asociaciones de gramíneas y leguminosas el mayor peso por tallo de ballico perenne y pasto ovillo se registró en verano ( $0,38 \text{ g}^{-1} \text{ tallo}^{-1}$ ) y las mayores densidades en la época de invierno con 9.961 y 10.423 tallos  $\text{m}^{-2}$ , respectivamente. Mientras tanto Hernández *et al.* (2015) reportaron la mayor densidad de tallos en pasto ovillo en invierno con 8.000 tallos  $\text{m}^{-2}$  disminuyendo en primavera y manteniéndose constante hasta verano con una densidad de 4.421 tallos  $\text{m}^{-2}$  y aumentando en otoño. Sin embargo, en México existen pocos estudios sobre dinámica de tallos y componentes del rendimiento (27).

Cuantificar dichas variables y su variación durante el año, genera información importante para diseñar una estrategia de manejo de praderas que favorezca simultáneamente una alta producción, utilización y persistencia de las especies forrajeras (17).

## Objetivo

Evaluar la dinámica poblacional de tallos, tasa de aparición, muerte, sobrevivencia y peso por tallo en pasto ovillo y ballico perenne asociado con trébol blanco. La hipótesis fue que las asociaciones con tres especies presentan mejor comportamiento que cuando se asocian dos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó desde septiembre de 2012 a septiembre de 2014, en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado a  $19^{\circ}29' \text{ N}$  y  $98^{\circ}53' \text{ de O}$ , a una altura de 2.240 m s. n. m.

El clima del lugar es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 636 mm y régimen de lluvias en verano, (junio a octubre) y temperatura media anual de  $15,2^{\circ}\text{C}$  (8). El suelo es un Typic ustipsamments de textura franco arenoso, ligeramente alcalino con pH 7- 8, con 2,4% de materia orgánica (24).

Las praderas fueron establecidas en febrero de 2010, la siembra de las gramíneas se realizó en hileras a 30 cm, mientras que la leguminosa fue sembrada en forma perpendicular con una distancia entre surcos de 30 cm; tomando como base las densidades de 20, 30 y 5  $\text{kg ha}^{-1}$  para pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Las praderas no fueron fertilizadas durante el período experimental y los riegos se realizaron en otoño-invierno y parte de primavera utilizando agua subterránea. Los riegos se aplicaron cada 15 días con una lámina de 32 mm aproximadamente cada uno, para recuperar el forraje después de la defoliación.

Antes de iniciar la investigación, se realizó un pastoreo de uniformidad con ovinos cosechando aproximadamente a 5 cm sobre el nivel del suelo.

Posteriormente los pastoreos se realizaron cada 4 semanas en primavera-verano y cada 5 y 6 semanas durante otoño e invierno, respectivamente, de acuerdo con lo recomendado por Velasco *et al.* (2002, 2007) en praderas puras de ballico perenne y pasto ovillo en el valle de México.

Los ovinos únicamente fueron utilizados como defoladores, y para un mejor control en las parcelas experimentales se instaló un cerco eléctrico.

Las asociaciones de gramíneas y leguminosa fueron definidas mediante el paquete Minitab (22), con un diseño de vértices con tres componentes de la mezcla, con restricción a la leguminosa en un 40 y 50% como mínimo y máximo. Los tratamientos en la siembra consistieron de las siguientes asociaciones: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50 % de pasto ovillo (Ov), ballico perenne (Ba) y trébol blanco (Tr), respectivamente.

Los cuatro tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 12 parcelas experimentales de 9 por 8 m.

### Dinámica poblacional de tallos

Al inicio del experimento, en cada unidad experimental, se colocó dos aros de pvc de 10,4 cm de diámetro.

Cada aro delimitaba un macollo; cuando las praderas eran constituidas por la asociación de las dos gramíneas, cada aro registraba una especie, y cuando contenía una gramínea se delimitaba dos macollos de esta.

Cada uno de los tallos presentes dentro del aro fueron delimitados con anillos de cable de un mismo color, que se consideraron como población inicial.

Posteriormente, cada mes durante dos años los tallos nuevos fueron delimitados con anillos de diferente color, para cada generación, mientras que los tallos muertos se les retiraron los anillos y se contaron.

Con este procedimiento se determinaron los cambios mensuales en la población de tallos, así como la aparición y muerte de los mismos. Estos valores se multiplicaron por el número de plantas  $m^{-2}$ , con esos datos se estimó: la densidad poblacional de tallos (DPT; tallos  $m^{-2}$ ) y sus respectivas tasas mensuales de aparición (TAT) y muerte

(TMT) (%), mediante la metodología sugerida por Hernández-Garay *et al.* (1997).

$$TAT = \frac{N^{\circ} \text{ de tallos nuevos}}{DT \text{ del muestreo anterior}} (100)$$

$$TAT = \frac{N^{\circ} \text{ de tallos muertos}}{DT \text{ del muestreo anterior}} (100)$$

donde:

DPT = N° de tallos vivos existentes en cada muestreo.

La tasa de sobrevivencia de tallos (TST) se obtuvo de manera indirecta mediante la ecuación:

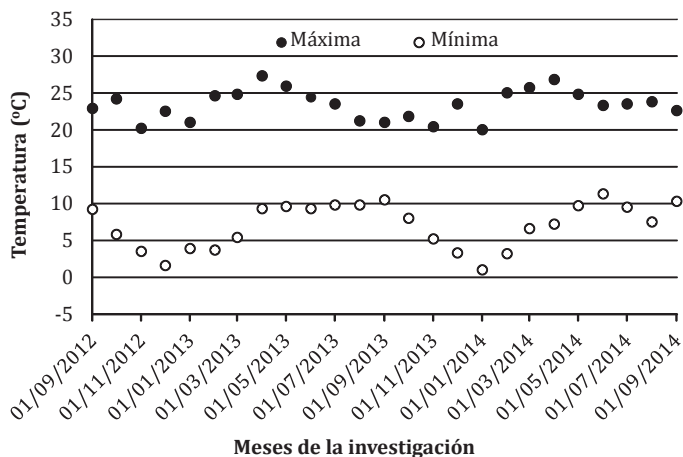
$$TAT = 1 - TMT$$

### Peso por tallo

Un día antes de cada pastoreo, se cosechó a ras de suelo 10 tallos de pasto ovillo y ballico perenne, se secaron en una estufa de aire forzado por 48 h a 55°C, hasta que alcanzó un peso constante, y posteriormente se registró su peso. El peso promedio se obtuvo al dividir el peso de la muestra entre el número de tallos.

### Datos climáticos

En la figura 1 (pág. 39), se observa el promedio de la temperatura máxima y mínima mensual en los 2 años del experimento donde la temperatura máxima en promedio mensual osciló entre 20 y 27°C, en tanto que la temperatura mínima en promedio mensual osciló entre 1 y 11,3°C. La temperatura alta se presentó en primavera de ambos años, con un promedio de 26°C, registrándose la máxima en el mes de abril de 2013 con un promedio de 27°C y abril de 2014 con 26,8°C. Las menores temperaturas se presentaron en las estaciones de otoño e invierno, principalmente el mes de diciembre de 2012 con un promedio de 1,6°C, y el mes de enero de 2014 con un promedio de 1°C.



**Figura 1.** Temperaturas media mensual máxima y mínima durante el período de estudio (09/2012 a 09/2014).

**Figure 1.** Average monthly maximum and minimum temperatures during the study period (09/2012 to 09/2014).

La precipitación acumulada se observa en la figura 2 (pág. 40), donde se registró una precipitación acumulada en el primer año de 408,87 mm, en los meses de junio, julio y agosto de 2013 se obtuvo la precipitación mayor con 269,65 mm (66%).

La precipitación acumulada del segundo año fue de 348,75 mm, obteniendo la precipitación mayor en los meses de mayo, junio, julio y septiembre de 2014 con el 75% (261,44 mm) (primavera y verano).

En los meses sin presencia de precipitación que abarcan las estaciones: otoño, invierno y parte de primavera de ambos años y verano del último año se proporcionó riegos cada dos semanas.

Desde septiembre de 2012 a abril de 2013 se efectuó 14 riegos con una lámina neta de 448 mm y entre septiembre de 2013 a agosto de 2014 se efectuó 16 riegos con una lámina neta de 512 mm. El total de agua recibida por las praderas en el primer

y segundo año de evaluación, considerando la precipitación acumulada fue de 856,87 y 860,75 mm, respectivamente.

### Análisis estadístico

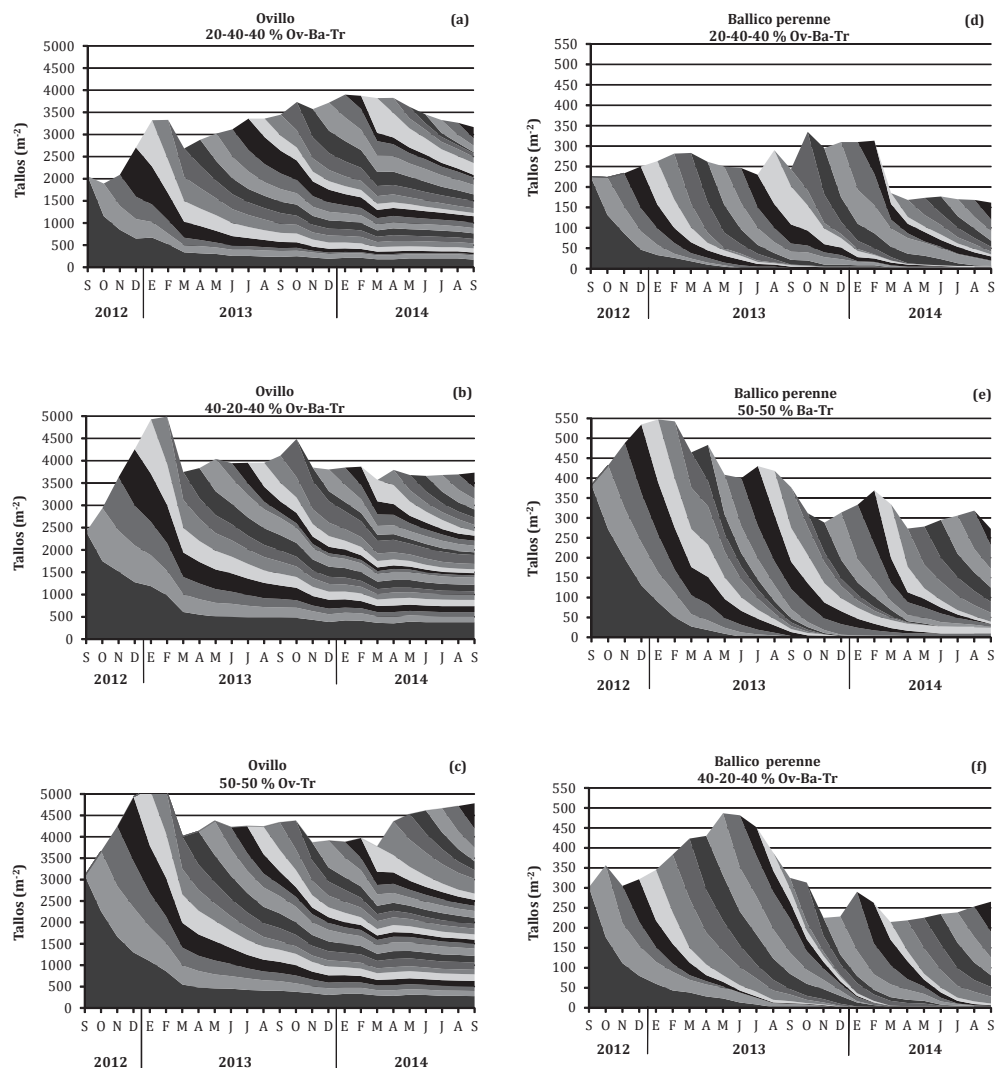
Para comparar el efecto de las asociaciones estudiadas, se realizó un análisis de varianza con el procedimiento de Modelos Mixtos (28), con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ajustada ( $p = 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dinámica de población de tallos

En la figura 3 (pág. 41), se observan diferentes tonalidades de bandas mensuales que representan generaciones de tallos y disminución en el tiempo debido a la muerte de tallos; en su conjunto muestran la densidad de población de tallos.





**Figura 3.** Cambios mensuales en la densidad de tallos de pasto ovillo y ballico perenne asociados con trébol blanco con: a)= 20% de pasto ovillo, b)= 40% de pasto ovillo, c)= 50% de pasto ovillo, d)= 40% de ballico perenne, e)= 50% de ballico perenne y f)= 20% de ballico perenne.

**Figure 3.** Monthly changes in tiller population density of orchard grass and perennial ryegrass associated with white clover: a)= 20% orchard grass, b)= 40% orchard grass, c)= 50% orchard grass, d)= 40% perennial ryegrass, e)= 50% perennial ryegrass f)= 20% perennial ryegrass.



Con respecto al ballico perenne, se observó una gran variación en su comportamiento, dependiendo del porcentaje en la asociación (figura 3 d, e, f, pág. 41).

Todas las asociaciones con ballico perenne tendieron a disminuir en el tiempo y existieron diferencias entre asociaciones siendo la asociación 00-50-50 de Ov-Ba-Tr la que obtuvo mayor densidad de tallos con un promedio de 420 tallos  $m^{-2}$ , mientras que la asociación con la menor densidad fue 20-40-40 de Ov-Ba-Tr con un promedio de 240 tallos  $m^{-2}$  ( $p = 0,05$ ).

Todas las asociaciones presentaron la mayor densidad en las estaciones de otoño e invierno, con excepción de la asociación 40-20-40 de Ov-Ba-Tr que presentó la mayor densidad de tallos en primavera y verano del primer año de evaluación.

La poca densidad que presentó el ballico perenne se puede atribuir al tiempo de establecimiento de la pradera, ya que al inicio de la investigación llevaba tres años desde la siembra y a la temperatura promedio máxima registrada en primavera (26°C, figura 1, pág. 39), ya que la temperatura óptima de crecimiento de ballico perenne es de 18°C (2). Hernández-Garay *et al.* (1997), mencionan que dichas temperaturas ocasionan reducción en el crecimiento y tasa de acumulación de forraje, por influencia directa de una menor tasa de aparición y expansión foliar (18).

Existió una amplia variación entre las asociaciones en la densidad de tallos, y según Hernández-Garay *et al.* (1997), se debe a que al marcar los tallos, se acelera la tasa de aparición, debido a los disturbios que ocasionan las mediciones realizadas, al permitir una mayor tasa de filtración de luz a la base de los tallos. Castro *et al.* (2013), encontraron en ballico perenne la mayor densidad en abril y noviembre relacionada con la temperatura mínima.

En otro estudio (31), en monocultivo de ballico perenne reportaron las mayores densidades en verano e invierno y las menores en otoño y primavera.

Por otra parte otros investigadores mencionan que el ballico perenne promueve una rápida formación de tallos con defoliaciones frecuentes (14).

### **Tasa de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos**

En la tabla 1 (pág. 43), se presenta la tasa de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos de pasto ovillo. Se registraron diferencias estadísticas en la tasa de aparición de tallos ( $p = 0,05$ ) siendo mayor en el promedio del primer año y menor en el segundo año con 0,36 y 0,22 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$ , respectivamente ( $p = 0,05$ ). Independientemente de los tratamientos se encontró diferencias en las estaciones con tendencia en disminución en el tiempo, teniendo la mayor aparición en las estaciones de otoño e invierno del primer año con un promedio de 0,71 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$ , mientras que la menor se encontró en la estación de verano del primer año y otoño e invierno del segundo año con un promedio de 0,12 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$ .

Existió diferencias en el promedio anual, obteniendo la mayor tasa de muerte en el primer año comparada con el segundo año con 0,5 y 0,44 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$ , respectivamente ( $p = 0,05$ ). En el primer año las asociaciones 40-20-40 y 50-00-50 de Ov-Ba-Tr obtuvieron la mayor tasa de muerte con un promedio de 57 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$  y la menor la asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr con un promedio de 0,36 tallos  $*100$  tallos  $d^{-1}$  ( $p = 0,05$ ).



**Tabla 1.** Tasa de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos de pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

**Table 1.** Rate of occurrence, death and survival stems orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) association with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.).

Asociación	Otoño	Invierno	Primav.	Verano	Otoño	Invierno	Primav.	Verano	Promedio	
Ov-Ba-Tr	2012	2012	2013	2013	2013	2013	2014	2014	Año 1	Año 2
Tasa de aparición de tallos (Tallos *100 tallos d <sup>-1</sup> )										
20-40-40	0,35 <sup>a</sup>	0,11 <sup>c</sup>	0,11 <sup>c</sup>	0,1 <sup>c</sup>	0,14 <sup>c</sup>	0,19 <sup>b</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,11 <sup>c</sup>	0,16 <sup>B</sup>	0,21 <sup>B</sup>
00-50-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
40-20-40	0,96 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	0,13 <sup>c</sup>	0,1 <sup>c</sup>	0,14 <sup>c</sup>	0,16 <sup>c</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,47 <sup>A</sup>	0,24 <sup>A</sup>
50-00-50	0,97 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>	0,15 <sup>d</sup>	0,06 <sup>d</sup>	0,12 <sup>d</sup>	0,28 <sup>c</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,47 <sup>A</sup>	0,21 <sup>B</sup>
Promedio	0,76 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,22 <sup>bc</sup>	0,11 <sup>c</sup>	0,11 <sup>c</sup>	0,15 <sup>c</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,3 <sup>b</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,22 <sup>b</sup>
Tasa de muerte de tallos (Tallos *100 tallos d <sup>-1</sup> )										
20-40-40	0,46 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,34 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,4 <sup>ab</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	0,36 <sup>B</sup>	0,45 <sup>B</sup>
00-50-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
40-20-40	0,67 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,42 <sup>c</sup>	0,45 <sup>bc</sup>	0,33 <sup>d</sup>	0,35 <sup>d</sup>	0,51 <sup>b</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,54 <sup>A</sup>	0,49 <sup>A</sup>
50-00-50	0,58 <sup>ab</sup>	0,7 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,48 <sup>b</sup>	0,44 <sup>b</sup>	0,28 <sup>d</sup>	0,45 <sup>b</sup>	0,38 <sup>c</sup>	0,6 <sup>A</sup>	0,39 <sup>C</sup>
Promedio	0,57 <sup>a</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,47 <sup>ab</sup>	0,42 <sup>ab</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,34 <sup>b</sup>	0,48 <sup>ab</sup>	0,58 <sup>a</sup>	0,5 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>
Tasa de sobrevivencia de tallos (TST)										
20-40-40	0,53 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,62 <sup>A</sup>	0,54 <sup>B</sup>
00-50-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
40-20-40	0,32 <sup>c</sup>	0,34 <sup>c</sup>	0,57 <sup>ab</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,48 <sup>b</sup>	0,21 <sup>d</sup>	0,44 <sup>B</sup>	0,5 <sup>B</sup>
50-00-50	0,41 <sup>b</sup>	0,29 <sup>c</sup>	0,33 <sup>bc</sup>	0,51 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>ab</sup>	0,71 <sup>a</sup>	0,54 <sup>ab</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,38 <sup>B</sup>	0,6 <sup>A</sup>
Promedio	0,42 <sup>b</sup>	0,43 <sup>b</sup>	0,52 <sup>ab</sup>	0,56 <sup>ab</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,51 <sup>ab</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,48 <sup>b</sup>	0,54 <sup>a</sup>

abc = Medias con la misma letra minúscula en una misma hilera, no son diferentes (p = 0,05);  
 ABC = Medias con la misma letra mayúscula en una misma columna, no son diferentes (p = 0,05);  
 Primav. = primavera; Ov = pasto ovilla; Ba = ballico perenne; Tr = trébol blanco.

abc = Means with the same literal lowercase in the same row are not different (p = 0.05);  
 ABC = Means with the same literal capital in the same column are not different (p = 0.05);  
 Primav. = spring; Ov = orchard grass; Ba = perennial ryegrass; Tr = white clover.

En el segundo año la asociación 40-20-40 de Ov-Ba-Tr es la que obtuvo la mayor tasa de muerte con un promedio de 0,49 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup> y el menor la asociación 50-00-50 de Ov-Ba-Tr con un promedio de 0,39 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup> (p = 0,05).

Entre estaciones también existieron diferencias estadísticas, siendo las cuatro estaciones del primer año y primavera-verano del segundo año las que reportaron la mayor tasa de muerte con un promedio de 0,51 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>.

Caso contrario sucedió en la tasa de sobrevivencia siendo las asociaciones con mayor tasa a 20-40-40 de Ov-Ba-Tr para el primer año y 50-00-50 de Ov-Ba-Tr para el segundo año con 0,62 y 0,6, respectivamente.

Las estaciones con mayor tasa de sobrevivencia fueron primavera-verano del primer año y otoño, invierno y primavera del segundo año con un promedio de 0,57, las restantes estaciones fueron las menores con un promedio de 0,41.

Castro *et al.* (2013), reportaron en pasto ovilla diferencias entre asociaciones durante el invierno, presentando dos picos más altos en primavera y otoño en tasa de aparición de tallos.

Por su parte, Durand *et al.* (1999) mencionan que la velocidad de crecimiento de las plantas forrajeras depende de los factores ambientales, particularmente el clima por lo que las variaciones observadas en la dinámica de ahijamiento (aparición y muerte de tallos), podría deberse a los cambios drásticos en la calidad de la luz y a la temperatura óptima de crecimiento de la especie, así como, a la disminución progresiva en la biomasa verde, conforme crece la pradera (21). Esto se debe a que la tasa de formación de tallos se reduce como resultado de una respuesta fotomorfogénica y el sombreado de las capas inferiores de la pradera.

Por otro lado, cuando varias especies se encuentran en su máximo potencial de crecimiento, el componente más importante del rendimiento de forraje es el peso por tallo (15), por lo que la alta tasa de muerte de tallos registrada en el primer año de evaluación, se debió a la mayor tasa de crecimiento individual de cada tallo, lo que sombreó a los tallos pequeños, presentes en los estratos inferiores de la pradera, incrementando la mortalidad de los mismos (20).

En la tabla 2 (pág. 45), se encuentra la tasa de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos de ballico perenne; se encontró diferencias estadísticas entre la tasa promedio de aparición de tallos del primer año y el segundo año con 0,77 y 0,57 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>, respectivamente (p = 0,05).

Las asociaciones 40-20-40 y 00-50-50 de Ov-Ba-Tr obtuvieron la mayor tasa de aparición, en ambos años, con un promedio de 0,85 y 0,6 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>, para el primer y segundo año.

La menor tasa de aparición la obtuvo la asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr en ambos años con 0,62 y 0,51 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>, para el primer y segundo año (p = 0,05).

Las estaciones que mayor tasa de aparición aportaron independientemente de las asociaciones fueron otoño, invierno y primavera del primer año e invierno del segundo año con un promedio de 0,78 tallos\*100 tallos d<sup>-1</sup>, mientras que las demás estaciones fueron las menores con un promedio de 0,52 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup> (p = 0,05).

Castro *et al.* (2013) reportan en ballico perenne la mayor tasa de aparición en abril y noviembre (primavera y otoño) similares a los de esta investigación ya que en otoño se encontraron las mayores tasas de aparición de tallos.

Sin embargo, Garduño *et al.* (2009), al evaluar ballico perenne a diferentes frecuencias e intensidad de pastoreo, registraron la mayor densidad de tallos a finales de verano.

Por su parte, Velasco *et al.* (2007), en praderas puras de ballico perenne, registraron las mayores tasas de aparición de tallos en verano e invierno, las cuales duplicaron a las de otoño y primavera, similar a lo observado en este estudio, ya que se encontró en invierno de ambos años la mayor tasa de aparición.

La tasa de muerte de tallos disminuyó con el tiempo teniendo la menor tasa en la estación de verano del segundo año con un promedio de 0,36 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>, mientras que las restantes fueron superiores con un promedio de 0,67 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup> (p = 0,05).

Existieron diferencias estadísticas entre años, presentando el primer año la mayor tasa de muerte con 0,72 y 0,54 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup> y el segundo año la menor con 0,54 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>.

**Tabla 2.** Tasa de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociado con pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

**Table 2.** Rate of occurrence, death and survival stems of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) associated with orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.).

Asociación	Otoño	Invierno	Primav.	Verano	Otoño	Invierno	Primav.	Verano	Promedio	
Ov-Ba-Tr	2012	2012	2013	2013	2013	2013	2014	2014	Año 1	Año 2
Tasa de aparición de tallos (Tallos *100 tallos d <sup>-1</sup> )										
20-40-40	0,57 <sup>b</sup>	0,71 <sup>a</sup>	0,66 <sup>ab</sup>	0,56 <sup>b</sup>	0,85 <sup>a</sup>	0,67 <sup>ab</sup>	0,25 <sup>c</sup>	0,27 <sup>c</sup>	0,62 <sup>B</sup>	0,51 <sup>B</sup>
00-50-50	0,95 <sup>a</sup>	0,9 <sup>a</sup>	0,7 <sup>b</sup>	0,8 <sup>ab</sup>	0,36 <sup>c</sup>	0,81 <sup>ab</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,83 <sup>A</sup>	0,60 <sup>A</sup>
40-20-40	0,91 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>	0,31 <sup>d</sup>	0,48 <sup>c</sup>	0,76 <sup>b</sup>	0,56 <sup>bc</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,87 <sup>A</sup>	0,61 <sup>A</sup>
50-00-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Promedio	0,81 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,55 <sup>b</sup>	0,56 <sup>b</sup>	0,74 <sup>ab</sup>	0,48 <sup>b</sup>	0,51 <sup>b</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,57 <sup>b</sup>
Tasa de muerte de tallos (Tallos *100 tallos d <sup>-1</sup> )										
20-40-40	0,55 <sup>b</sup>	0,6 <sup>ab</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,57 <sup>ab</sup>	0,52 <sup>b</sup>	0,7 <sup>a</sup>	0,44 <sup>bc</sup>	0,31 <sup>c</sup>	0,61 <sup>B</sup>	0,49 <sup>C</sup>
00-50-50	0,9 <sup>a</sup>	0,8 <sup>ab</sup>	0,8 <sup>ab</sup>	0,83 <sup>ab</sup>	0,72 <sup>b</sup>	0,57 <sup>c</sup>	0,53 <sup>c</sup>	0,23 <sup>d</sup>	0,83 <sup>A</sup>	0,51 <sup>B</sup>
40-20-40	0,86 <sup>a</sup>	0,66 <sup>b</sup>	0,78 <sup>a</sup>	0,65 <sup>b</sup>	0,81 <sup>a</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,62 <sup>b</sup>	0,54	0,73 <sup>AB</sup>	0,63 <sup>A</sup>
50-00-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Promedio	0,77 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,76 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,61 <sup>ab</sup>	0,53 <sup>b</sup>	0,36 <sup>c</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,54 <sup>b</sup>
Tasa de sobrevivencia de tallos (TST)										
20-40-40	0,45 <sup>b</sup>	0,39 <sup>bc</sup>	0,27 <sup>c</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,47 <sup>b</sup>	0,3 <sup>c</sup>	0,55 <sup>b</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,38 <sup>A</sup>	0,5 <sup>A</sup>
00-50-50	0,1 <sup>c</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,16 <sup>c</sup>	0,27 <sup>c</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,76 <sup>a</sup>	0,16 <sup>C</sup>	0,47 <sup>A</sup>
40-20-40	0,13 <sup>b</sup>	0,33 <sup>ab</sup>	0,21 <sup>b</sup>	0,34 <sup>ab</sup>	0,18 <sup>b</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,25 <sup>B</sup>	0,35 <sup>B</sup>
50-00-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Promedio	0,22 <sup>d</sup>	0,3 <sup>cd</sup>	0,22 <sup>d</sup>	0,3 <sup>cd</sup>	0,3 <sup>cd</sup>	0,37 <sup>c</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,26 <sup>b</sup>	0,44 <sup>a</sup>

abc = Medias con la misma letra minúscula en una misma hilera, no son diferentes (p = 0,05);  
 ABC = Medias con la misma letra mayúscula en una misma columna, no son diferentes (p = 0,05);  
 Primav.= primavera; Ov = pasto ovillo; Ba = ballico perenne; Tr = trébol blanco.

abc = Means with the same literal lowercase in the same row are not different (p = 0.05);  
 ABC = Means with the same literal capital in the same column are not different (p = 0.05); Primav.= spring;  
 Ov = orchard grass; Ba = perennial ryegrass; Tr = white clover.

La asociación que obtuvo la menor tasa de muerte en ambos años fue 20-40-40 de Ov-Ba-Tr con un promedio de 0,55 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>, mientras que la asociación con la mayor tasa de muerte en el primer año fue 00-50-50 con 0,83 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup> y en el segundo año 40-20-40 de Ov-Ba-Tr con 0,63 tallos \*100 tallos d<sup>-1</sup>.

La tasa de sobrevivencia de tallos mostró una tendencia a aumentar con el tiempo, teniendo, en promedio del segundo año, la mayor tasa comparado

con en el primer año con 0,44 y 0,26, respectivamente (p = 0,05).

En verano del segundo año se encontró la mayor tasa de sobrevivencia con un promedio de 0,63 y las estaciones con la menor tasa de sobrevivencia fueron otoño y primavera del primer año con un promedio de 0,22 (p = 0,05). Entre asociaciones existieron diferencias en la tasa de sobrevivencia siendo la asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr la que presentó la mayor tasa con un promedio de 0,5 y 0,38 para el segundo y primer año, respectivamente (p = 0,05).

Castro *et al.* (2013), reportaron en praderas de ballico perenne variación en la tasa de mortalidad de tallos entre asociaciones durante el período de evaluación y solo se registraron diferencias estadísticas ( $p = 0,05$ ) en abril y en octubre cuando hubo la mayor mortalidad, atribuido principalmente a la presencia de heladas y a la defoliación severa y selectiva de los ovinos.

Otros autores, registraron la mayor tasa de muerte en verano (septiembre) y lo atribuyen a la competencia por luz, nutrientes y a la defoliación de tallos reproductivos que son la fuente de nutrientes de los tallos jóvenes (10). Sin embargo, los resultados anteriores difieren a los encontrados en esta investigación, ya que se puede atribuir a que las asociaciones llevaban tres años desde la siembra y

la persistencia fue disminuyendo con el tiempo (plantas  $m^{-2}$ ) por la competencia inter-específica e intra-específica por nutrientes, luz y espacio, lo que pudo aumentar la tasa de muerte de los tallos.

### Peso por tallo

Como se observa en la tabla 3, el peso por tallo de pasto ovido presentó diferencias en peso de tallos de pasto ovido en el promedio por año.

En primavera-verano de ambos años y otoño del primer año se encontró en promedio el mayor peso por tallo en pasto ovido con un promedio de  $0,29 \text{ g tallo}^{-1}$ , mientras que las demás estaciones fueron donde se presentó el menor peso por tallo con un promedio de  $0,2 \text{ g tallo}^{-1}$  ( $p = 0,05$ ).

**Tabla 3.** Peso de tallos de pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

**Table 3.** Weight stems orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) associated with white clover (*Trifolium repens* L.).

Asociación	Otoño	Invierno	Primav.	Verano	Otoño	Invierno	Primav.	Verano	Promedio	
Ov-Ba-Tr	2012	2012	2013	2013	2013	2013	2014	2014	Año 1	Año 2
Pasto ovido (g tallos <sup>-1</sup> )										
20-40-40	0,35 <sup>a</sup>	0,26 <sup>b</sup>	0,28 <sup>b</sup>	0,3 <sup>ab</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,27 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,3 <sup>A</sup>	0,29 <sup>A</sup>
00-50-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
40-20-40	0,26 <sup>b</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,2 <sup>bc</sup>	0,17 <sup>c</sup>	0,35 <sup>a</sup>	0,31 <sup>ab</sup>	0,28 <sup>A</sup>	0,25 <sup>B</sup>
50-00-50	0,22 <sup>ab</sup>	0,16 <sup>b</sup>	0,31 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,17 <sup>b</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,24 <sup>B</sup>	0,22 <sup>C</sup>
Promedio	0,27 <sup>ab</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,29 <sup>ab</sup>	0,22 <sup>b</sup>	0,19 <sup>b</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,29 <sup>ab</sup>	0,27 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>
Ballico perenne (g tallos <sup>-1</sup> )										
20-40-40	0,25 <sup>b</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,6 <sup>a</sup>	0,27 <sup>b</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,21 <sup>b</sup>	0,55 <sup>a</sup>	0,28 <sup>b</sup>	0,34 <sup>A</sup>	0,32 <sup>A</sup>
00-50-50	0,23 <sup>bc</sup>	0,2 <sup>c</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>	0,22 <sup>bc</sup>	0,19 <sup>c</sup>	0,42 <sup>a</sup>	0,24 <sup>b</sup>	0,28 <sup>B</sup>	0,26 <sup>B</sup>
40-20-40	0,14 <sup>c</sup>	0,11 <sup>c</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,12 <sup>c</sup>	0,1 <sup>c</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,35 <sup>b</sup>	0,27 <sup>B</sup>	0,25 <sup>B</sup>
50-00-50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Promedio	0,2 <sup>c</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,29 <sup>b</sup>	0,19 <sup>c</sup>	0,16 <sup>c</sup>	0,46 <sup>a</sup>	0,29 <sup>b</sup>	0,29 <sup>a</sup>	0,27 <sup>b</sup>

abc = Medias con la misma letra minúscula en una misma hilera, no son diferentes ( $p = 0,05$ );

ABC = Medias con la misma literal letra mayúscula en una misma columna, no son diferentes ( $p = 0,05$ );

Primav. = primavera; Ov = pasto ovido; Ba = ballico perenne; Tr = trébol blanco.

abc = Means with the same literal lowercase in the same row are not different ( $p = 0.05$ );

ABC = Means with the same literal capital in the same column are not different ( $p = 0.05$ );

Primav.= spring; Ov = orchard grass; Ba = perennial ryegrass; Tr = white clover.

La asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr, fue la que obtuvo el mayor peso por tallo de pasto ovillo, en ambos años, con un promedio de 0,3 g tallo<sup>-1</sup>, y la menor fue 50-00-50 de Ov-Ba-Tr con un promedio de 0,23 g tallo<sup>-1</sup> ( $p = 0,05$ ).

Estos resultados son similares a los encontrados por diferentes investigadores quienes evaluaron el pasto ovillo solo (10, 27, 30) y asociado con ballico perenne y trébol blanco (3, 7, 23, 26, 27), y observaron que en primavera y verano se presenta la mayor cantidad de biomasa producida, lo cual está estrechamente correlacionado con el peso por tallo.

Los investigadores que evaluaron gramíneas solas y asociaciones (4, 7, 26) reportaron el mayor rendimiento en praderas en asociación con trébol blanco, y ellos se lo atribuyen a la leguminosa ya que esta posee bacterias del género *Rhizobium* que fija nitrógeno atmosférico al suelo y es aprovechado por la gramínea aumentando el rendimiento. Ya que Grünwaldt *et al.* (2015), mencionan que en una especie sola es indispensable el aporte de fertilizantes nitrogenados para aumentar su rendimiento.

Por otra parte Castro *et al.* (2013), en asociaciones, en pasto ovillo reportan en verano el mayor peso por tallo.

El ballico perenne presenta diferencias estadísticas en el peso por tallo en promedio por año y (tabla 3, pág. 46) entre asociaciones siendo 20-40-40 de Ov-Ba-Tr la que registró el mayor en el primer y segundo año con 0,34 y 0,32 g tallo<sup>-1</sup>; mientras que el menor peso la obtuvieron las demás asociaciones en los dos años de investigación ( $p = 0,05$ ).

En primavera de ambos años se presentó mayor peso de tallos de ballico perenne con un promedio de 0,48 g tallo<sup>-1</sup>, seguido de verano con un promedio de 0,29 g tallo<sup>-1</sup>, mientras que el menor peso por tallo se observó en las estaciones de invierno y otoño de ambos años con un promedio de 0,18 g tallo<sup>-1</sup> ( $p = 0,05$ ).

Varios autores (4, 31) reportaron resultados similares en ballico perenne cuando, en primavera-verano y otoño, se registraron el mayor y menor peso promedio por tallo, respectivamente.

## CONCLUSIÓN

La asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr fue la que obtuvo el mayor peso por tallo y la menor dinámica de población de tallos en ambos pastos, por lo tanto, existió una compensación tamaño/densidad, lo cual se reflejó en el mayor rendimiento de forraje.

En todas las asociaciones durante primavera-verano se presentó el mayor peso por tallo.

La tasa de aparición y muerte de tallos en ambas gramíneas tendieron a disminuir con el tiempo, en contraste, su tasa de sobrevivencia aumentó conforme pasó el tiempo.

Se recomienda utilizar la asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr cosechándola durante primavera-verano a una frecuencia de 4 semanas y en otoño e invierno a 5 y 6 semanas; se sugiere continuar con investigaciones futuras de asociaciones empleando mayor número de especies y tiempo de evaluación en estos parámetros de producción.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Berone, G. D. 2016. Leaf expansion and leaf turnover of perennial C4 grasses growing at moderately low temperatures. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.* 48(2): 69-82.
2. Brock, J. L.; Tilbrook, J. C. 2000. Effect of cultivar of white clover on plant morphology during the establishment of mixed pastures under sheep grazing. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 43(3): 335-343.
3. Castro, R. R.; Hernández-Garay, A.; Vaquera, H. H.; Hernández, P. G. J.; Quero, C. A. R.; Enríquez, Q. J. F.; Martínez, H. P. A. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 35(1): 87-95.
4. Castro, R. R.; Hernández-Garay, A.; Ramírez, R. O.; Aguilar, B. G.; Enríquez, Q. J. F.; Mendoza, P. S. I. 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.
5. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceedings of the XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia* 95-104 p.
6. Durand, J. L.; Schaufele, R.; Gastal, F. 1999. Grass leaf elongation rate as a function of developmental stage and temperature: Morphological analysis and modeling. *Annals of Botany.* 83(5): 577-588.
7. Flores, S. E. J.; Hernández, G. A.; Guerrero, R. J. D.; Quero, C. A. R.; Martínez, H. P. A. 2015. Productividad de asociaciones de pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 6(3): 337-347.
8. Ganderats, F. S.; Hepp, K. C. 2003. Mecanismos de crecimiento de *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* en la zona intermedia de Aysén. *Agricultura Técnica.* 63(2): 259-265.
9. García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4 (ed). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
10. Garduño, V. S.; Pérez, P. J.; Hernández-Garay, A.; Herrera, H. J. G.; Martínez, H. P. A.; Joaquín, T. B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Técnica Pecuaria en México.* 47(2): 189-202.
11. Grünwaldt, J. M.; Guevara, J. C.; Grünwaldt, E. G.; Martínez Carretero, E. 2015. Cacti (*Opuntia* spp.) as forage in Argentina dry lands. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.* 47(1): 263-282.
12. Hernández, G. F. J.; Hernández-Garay, A.; Ortega, J. E.; Enríquez, Q. J. F.; Velázquez, M. M. 2015. Comportamiento productivo del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) en respuesta al pastoreo. *Agronomía Mesoamericana.* 26(1): 33-42.
13. Hernández-Garay, A.; Hodgson, J.; Matthew, C. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass/White clover pastures. 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. *New Zealand Journal Agricultural Research.* 40(1): 37-50.
14. Hernández-Garay, 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.
15. Hernández-Garay, A.; Matthew, C.; Hodgson, J. 2000. The influence of defoliation height on dry-matter partitioning and CO<sub>2</sub> exchange of perennial ryegrass miniature swards. *Grass and Forage Science.* 55(4): 372-376.
16. Hodgson, J. 1990. *Grazing Management: Science into Practice.* Longman Scientific and Technical. Harlow, England. 204 p.
17. Hodgson, J.; Da Silva, S. C. 2002. Options in tropical pasture management. *Proc Annu Meet Brazilian Society of Animal Science. Recife, Brazil.* 180-202 p.

- 18 Horrocks, R.; Vallentine, J. F. 1999. Harvested Forages. Academic Press. Oval Road, London, United States of America. 426 p.
19. Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant population in swards. Proceedings. XVII. International Grassland Congress. Brazil. 29-37 p.
20. Matthew, C. 1996. Seasonal patterns of rood, tiller and leaf production in a Grassland Ruanui ryegrass sward. Proceeding of the New Zealand Grassland Association. 58: 73-76.
21. Matthew, C.; Val Loo, E. R.; Tom, E. R.; Dawson, L. A.; Care, D. A. 2001. Understanding shoot and root development. Proceeding of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo, Brasil. 19-17 p.
22. Minitab. 2006. Meet minitab, Manual for the basic practice of statistics. W Freeman (ed). USA.
23. Moreno, C. M. A.; Hernández-Garay, A.; Vaquera, H. H.; Trejo, L. C.; Escalante, E. J. A.; Zaragoza, R. J. L.; Joaquín, T. B. M. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. Revista Fitotecnia Mexicana. 38(1): 101-108.
24. Ortiz, S. C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. Génesis de Suelos. Edafología. IRENAT. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 17 p.
25. Pérez, B. M. T.; Hernández-Garay, A.; Pérez, P. J.; Herrera, H. J. G.; Bárcena, G. R. 2002. Respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne a diferentes alturas de corte. Técnica Pecuaria en México. 40(3): 251-263.
26. Rojas, G. A. R.; Hernández-Garay, A.; Quero, C. A. R.; Guerrero, R. J. D.; Ayala, W.; Zaragoza, R. J. L.; Trejo, L. C. 2016. Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 7(4): 885-895.
27. Rojas, G. A. R.; Hernández-Garay, A.; Ayala, W.; Mendoza, O. S. I.; Joaquín, C. S.; Vaquera, H. H.; Santiago, O. M. A. 2016. Comportamiento productivo de praderas con distintas combinaciones de ovillo (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 48(2): 57-68.
28. SAS, Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2. Use's Guide Release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.
29. Velasco, Z. M. E.; Hernández-Garay, A.; González, H. V. A.; Pérez, P. J.; Vaquera, H. H.; Galvis, S. A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.). Técnica Pecuaria en México 39(1): 1-14.
30. Velasco, Z. M. E., Hernández-Garay, A.; González, H. V. A. 2002. Curvas estacionales de crecimiento del ballico perenne. Revista Fitotecnia Mexicana. 25: 97-106.
31. Velasco, Z. M. E.; Hernández-Garay, A.; González, H. V. A. 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.
32. Villareal, G. J. A.; Hernández-Garay, A.; Martínez, H. P. A.; Guerrero, R. J. D.; Velasco, Z. M. E. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) al variar frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 5(2): 231-245.