

## Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L.\*

### Persistence of *Dactylis glomerata* L. alone and associated with *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L.

Adelaido Rafael Rojas García<sup>1§</sup>, Alfonso Hernández Garay<sup>1</sup>, Adrian Raymundo Quero Carrillo<sup>1</sup>, Juan de Dios Guerrero Rodríguez<sup>2</sup>, Walter Ayala<sup>3</sup>, José Luis Zaragoza Ramírez<sup>4</sup> y Carlos Trejo López<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. Tel: 015959520279. (rogarcia\_05@hotmail.com; hernan@colpos.mx; queroadrian@colpos.mx). <sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Km. 125.5 Carretera federal México-Puebla, México. C. P. 72760. Tel: 012222850738. (rjuan@colpos.mx). <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Ruta 8 km 281. Treinta y Tres. Uruguay. Tel: 5984522023. (wayala@inia.org.uy). <sup>4</sup>Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México- Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. C. P. 56230. Tel: 5959521500. (huexotla2001@hotmail.com). <sup>5</sup>Botánica. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México- Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. (catre@colpos.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: rogarcia\_05@hotmail.com.

## Resumen

Se evaluaron siete asociaciones, dos gramíneas y una leguminosa, sembradas en diferentes proporciones y un monocultivo (pasto ovillo). La investigación se realizó de septiembre de 2012 a septiembre de 2014 en el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, México. La restricción a la leguminosa fue en un 10 y 50% como mínimo y máximo, respectivamente. Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50, 20-70-10, 70-20-10, 100-00-00, 40-40-20% de ovillo (Ov), ballico perenne (Ba) y trébol blanco (Tr), respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 24 parcelas experimentales de 9 por 8 m, de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Las asociaciones que presentaron mayor tasa de crecimiento en los dos años fueron; 20-70-10, 20-40-40 y 40-20-40 con un promedio de 57 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, y la menor tasa de crecimiento el monocultivo ovillo (100-00-00) con 32 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $p < 0.05$ ). La asociación que obtuvo la mayor población de plantas (m<sup>-2</sup>) durante los dos años en ovillo fue el monocultivo ovillo con 32 plantas m<sup>-2</sup> y las menores: 21 y 15 plantas m<sup>-2</sup> con las asociaciones 40-40-20 y 20-40-40, respectivamente ( $p < 0.05$ ). En promedio

## Abstract

Seven associations were evaluated, two grasses and legume planted in different proportions and a monoculture (orchard grass). The research was conducted from september 2012 to september 2014 in the Graduate College, Campus Montecillo, Mexico. The restriction to the legume was 10 and 50% minimum and maximum, respectively. Treatments consisted of the following associations: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50, 20-70-10, 70-20-10, 100-00-00, 40-40-20% of skein (Ov), ryegrass (Ba) and white clover (Tr), respectively. The treatments were randomized in 24 experimental plots of 9 and 8 m, according to a design of a randomized complete block with three replications. Associations that presented the highest growth rate in two years were; 20-70-10, 20-40-40 and 40-20-40 with an average of 57 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, and the lowest growth rate monoculture skein (100-00-00) with 32 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $p < 0.05$ ). The association obtained the highest plant population (m<sup>-2</sup>) during the two years was the monoculture skein skein with 32 plants m<sup>-2</sup> and lower: 21 and 15 plants m<sup>-2</sup> with 40-40-20 and associations 20-40-40, respectively ( $p < 0.05$ ). On average the first year of intercepted radiation found 87% decline in the second year by 84%. All associations

\* Recibido: enero de 2016  
Aceptado: mayo de 2016

del primer año de radiación interceptada encontramos 87% disminuyendo al segundo año en 84%. Todas las asociaciones aportaron mayor tasa de crecimiento en comparación con el monocultivo ovillo; además, existe una estrecha relación con la tasa de crecimiento y radiación interceptada.

**Palabra clave:** *Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L., tasa de crecimiento, radiación interceptada.

## Introducción

El ballico perenne (*Lolium perenne* L.) junto con la alfalfa (*Medicago sativa* L.) son las especies forrajeras más cultivadas en las regiones templadas de México, para usarse en pastoreo con ovinos o bovinos, por su alto rendimiento por hectárea, calidad nutritiva y facilidad para crecer en diferentes tipos de suelos (Bolaños *et al.*, 1995); sin embargo, un manejo eficiente de las praderas es primordial para mantener una alta productividad y calidad del forraje, sin propiciar el deterioro de las mismas, el cual es logrado con diferentes estrategias de defoliación ya sea al reducir o incrementar los intervalos e intensidad de cosecha, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Hernández-Garay *et al.*, 1997; Chapman and Lemaire *et al.*, 1993).

Las asociaciones de gramíneas y leguminosas es una excelente opción en producción de forrajes ya que actualmente existe la necesidad de aumentar no solo la productividad, sino también la eficiencia de recursos sustentables (Lüscher *et al.*, 2014). El uso de asociaciones de gramíneas y leguminosas permite tener mayor valor nutritivo y rendimiento de materia seca, actividad que ayuda a disminuir costos de producción en comparación con la utilización de dietas balanceadas y así, asegurar una alta producción; y desde el punto vista ecológico, las leguminosas mejoran la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno atmosférico, reduciendo con ello el uso de fertilizantes químicos, así como una mejor intercepción de luz y distribución estacional de la producción de biomasa (Camacho y García, 2003; Gonzales *et al.*, 2004).

Al respecto, Cook *et al.* (1990) y Rojas *et al.* (2005), consignaron que en la región templada de México, el trébol blanco puede contener en promedio de 168 a 270 g de proteína cruda kg<sup>-1</sup> MS y fijar de 57 a 232 kg de nitrógeno ha<sup>-1</sup> (Zanetti *et al.*, 1999), y es preferida su asociación con gramíneas como

contribuyó el mayor crecimiento comparado con el monocultivo de trébol; además, existe una estrecha relación con la tasa de crecimiento y radiación interceptada.

**Keyword:** *Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L., growth rate, intercepted radiation.

## Introduction

The perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) along with alfalfa (*Medicago sativa* L.) forage species are grown in more temperate regions of Mexico, for use in grazing sheep or cattle, for its high yield per hectare, nutritional quality and ease to grow in different types of soil (Bolanos *et al.*, 1995); however, efficient pasture management is essential to maintain high productivity and quality of forage without promoting the deterioration of the same, which is achieved with different strategies defoliation either by reducing or increasing the intervals and intensity of harvest, to promote regrowth rate in plants and reduce losses by death and decay of forage (Hernandez-Garay *et al.*, 1997; Chapman and Lemaire *et al.*, 1993).

Associations of grasses and legumes is an excellent choice in fodder production as there is currently a need to increase not only productivity but also sustainable resource efficiency (Lüscher *et al.*, 2014). The use of associations of grasses and legumes allows higher nutritional value and dry matter yield, activity that helps lower production costs compared to the use of balanced diets and thus ensure high production; and from the point Ecologically, legumes improve soil fertility by fixing atmospheric nitrogen, thereby reducing the use of chemical fertilizers, as well as better light interception and seasonal distribution of biomass production (Camacho and Garcia, 2003; Gonzales *et al.*, 2004).

In this regard, Cook *et al.* (1990) and Rojas *et al.* (2005), consigned in the temperate region of Mexico, the white clover can contain on average from 168 to 270 g crude protein kg<sup>-1</sup> MS and set from 57 to 232 kg N ha<sup>-1</sup> (Zanetti *et al.*, 1999), and is preferred association with grasses such as perennial ryegrass and orchard. Villareal *et al.* (2014) in orchardgrass found the highest rate of growth in summer with 107 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> with a frequency of 4 weeks and grazing intensity of 3-5 cm, while in autumn was 77 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> frequency of 6 weeks and an intensity of 3-5 cm. The white clover association, orchardgrass and perennial ryegrass has come to produce up to 52% more fodder when the percentage of white clover

ballico perenne y ovilla. Villareal *et al.* (2014) en pasto ovilla encontraron la mayor tasa de crecimiento en verano con 107 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> con una frecuencia de pastoreo de 4 semanas y una intensidad de 3-5 cm, mientras que en otoño fue de 77 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> con frecuencia de 6 semanas y una intensidad de 3-5 cm. La asociación trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne ha llegado a producir hasta 52% más forraje cuando el porcentaje de trébol blanco en la pradera es de 40% y, puede alcanzar hasta 65% más cuando se pastorea en primavera-verano a intervalo de 28 días (Castro *et al.*, 2012).

Los patrones estacionales de distribución de forraje están influenciados por variaciones en el clima, por lo que es importante saber la velocidad de crecimiento estacional de las especies forrajeras de interés. Por lo tanto, en asociaciones de gramíneas con leguminosas es importante determinar la mejor asociación desde el punto de vista de distribución estacional, tasa de crecimiento y persistencia de la pradera. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar monocultivo de pasto ovilla y siete asociaciones, de ovilla, ballico perenne y trébol blanco en diferentes proporciones, para diferentes atributos: tasa de crecimiento, densidad de plantas y radiación interceptada (%).

## Materiales y métodos

El experimento se realizó de septiembre de 2012 a septiembre de 2014, en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México, ubicado a 19° 29' de latitud norte y 98° 53' de longitud oeste, a una altitud de 2 240 msnm. El clima del lugar es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 636.5 mm y régimen de lluvias en primavera-verano y temperatura media anual de 15.2 °C (García, 2004). El suelo del área es franco arenoso, ligeramente alcalino con pH 7 - 8 (Ortiz, 1997). Las praderas fueron establecidas en febrero de 2010. La siembra de las gramíneas se realizó en hileras a 30 cm (gramíneas), mientras que la leguminosa fue sembrada en forma perpendicular con una distancia entre surcos de aproximadamente 30 cm; tomando como base las densidades de 20, 30 y 5 kg ha<sup>-1</sup> para pasto ovilla, ballico perenne y trébol blanco, respectivamente.

Las praderas no fueron fertilizadas y en la época de seca, se proporcionaron riegos a capacidad de campo cada dos semanas. Antes de iniciar la investigación, se realizó un pastoreo de uniformidad con ovinos que fueron utilizados

on the prairie is 40% and can reach up to 65% more when it grazes in spring-summer range 28 days (Castro *et al.*, 2012). Seasonal patterns of distribution of forage are influenced by variations in climate, so it is important to know the speed seasonal growth of forage species of interest. Therefore, in associations of grasses with legumes it is important to determine the best partnership from the point of view of seasonal distribution, growth rate and persistence of the meadow. This research aimed to evaluate orchard grass monoculture seven associations, clew, perennial ryegrass and white clover in different proportions for different attributes: growth rate, plant density and intercepted radiation (%).

## Materials and methods

The experiment was conducted from september 2012 to september 2014, at the Experimental Field of the Graduate College, Campus Montecillo, Texcoco, State of Mexico, located at 19° 29' north latitude and 98° 53' west longitude at an altitude of 2 240 meters. The climate is temperate humid, with annual rainfall of 636.5 mm rainfall in spring-summer and annual average temperature of 15.2 °C (García, 2004). The floor area is sandy loam, slightly alkaline pH 7 to 8 (Ortiz, 1997). The meadows were established in February 2010. The planting of grasses was conducted in rows 30 cm (grasses), while the legume was planted perpendicular with a row spacing of about 30 cm; based on the densities of 20, 30 and 5 kg ha<sup>-1</sup> for orchardgrass, perennial ryegrass and white clover respectively.

The meadows were not fertilized and in the dry season, irrigation at field capacity every two weeks were provided. Before starting the investigation, a grazing uniformity was performed with sheep which were used as defoliantes garnering approximately 5 cm above the ground and delimiting plots with electric fence. The grazings were performed every 4 weeks in spring and summer and every 5 to 6 weeks during autumn and winter, respectively.

The restriction to the legume was 10 and 50% minimum and maximum, respectively. Treatments consisted of the following associations: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50, 20-70-10, 70-20-10, 100-00-00, 40-40-20% of skein (Ov), ryegrass (Ba) and white clover (Tr), respectively. The treatments were randomized in 24 experimental plots of 9 by 8 m.

como defoliadores cosechando aproximadamente a 5 cm sobre el nivel del suelo y delimitando las parcelas con cerco eléctrico. Los pastoreos se realizaron cada 4 semanas en primavera-verano y cada 5 y 6 semanas durante otoño e invierno, respectivamente.

La restricción a la leguminosa fue en 10 y 50% como mínimo y máximo, respectivamente. Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50, 20-70-10, 70-20-10, 100-00-00, 40-40-20 % de ovilla (Ov), ballico perenne (Ba) y trébol blanco (Tr), respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 24 parcelas experimentales de 9 por 8 m.

Tasa de crecimiento. La tasa de crecimiento promedio estacional de las asociaciones y pasto solo, se calculó con los datos de rendimiento obtenidos en cada pastoreo y en cada una de las repeticiones, con la siguiente fórmula:

$$TC = R / T$$

Donde: TC= tasa de crecimiento promedio estacional (kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>); R= rendimiento estacional (kg MS ha<sup>-1</sup>) y T= días transcurridos en cada estación.

Densidad de plantas. Al inicio del experimento se colocó un cuadro fijó de 1 m<sup>2</sup> de forma aleatoria en cada unidad experimental. Un día después de cada pastoreo se contabilizó el número de plantas presentes en las gramíneas (ovillo, ballico perenne), mientras que en la leguminosa (trébol blanco) fue por medio de cobertura (%) y con ello, se obtuvo el promedio de plantas por especie de forma estacional.

Radiación interceptada. Un día previo a cada pastoreo, se tomaron al azar cinco lecturas de radiación interceptada por repetición con el método del metro de madera en cada unidad experimental. Las lecturas se realizaron aproximadamente a las 13:00 h. El procedimiento consistió en colocar la regla en la superficie del suelo (debajo del dosel), con orientación sur-norte e inmediatamente después, se contaron los centímetros sombreados, los cuales representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel vegetal.

Datos climáticos. En la Figura 1 se observa el promedio de la temperatura máxima y mínima estacional registradas durante el periodo experimental. La temperatura máxima osciló entre 21 y 26 °C, mientras que la temperatura mínima fue entre 3 y 10 °C. La mayor temperatura se presentó en primavera de ambos años, con un promedio de 26 °C. La temperatura más baja se

Growth rate. The seasonal average growth rate of associations and grass alone, was calculated performance data obtained in each grazing and repetitions each, with the following formula:

$$TC = R / T$$

Where: TC= seasonal average growth rate (kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>); R= seasonal yield (kg MS ha<sup>-1</sup>) and T= days after each season.

Plant density. At the beginning of the experiment, a fixed box 1 m<sup>2</sup> randomly in each experimental unit was placed. One day after each grazing the number of plants present in grasses (clew, perennial ryegrass) was recorded, while in the legume (white clover) was through coverage (%) and thus obtained the average plant by species seasonally.

Intercepted radiation. A day before each grazing, were randomly five readings of radiation intercepted by repetition with the method of wooden meter in each experimental unit. Readings were taken at approximately 13:00 h. The procedure consisted of placing the rule on the soil surface (under the canopy), with north-south orientation and immediately after, the shaded centimeters were counted, which represented the percentage of radiation intercepted by the crop canopy.

Climate data. In Figure 1 the average of the maximum and minimum seasonal temperature recorded during the experimental period is observed. The maximum temperature was between 21 and 26 °C, while the minimum temperature was between 3 and 10 °C. The highest temperature was presented in the spring of both years, with an average of 26 °C. The lowest temperature was presented in the fall and winter seasons with 5.7 and 3.6 °C, respectively. Accumulative precipitation was obtained in the first year of 424.81 mm, spring-summer 2013 the highest rainfall was obtained with 378.28 mm (89%). The accumulated rainfall in the second year was 332.8 mm, obtaining the highest rainfall in the spring and summer of 2014 with 289.78 mm (87%). In seasons with low rainfall: autumn and winter of two years, irrigation at field capacity every two weeks was provided.

Statistical analysis. To compare the effect of the associations studied, an analysis of variance with mixed models procedure (SAS, 2009), with a randomized block design with three replications was performed. The comparison of means was performed using the adjusted Tukey test ( $\alpha = 0.05$ ).

presentó en las estaciones de otoño e invierno con 5.7 y 3.6 °C, respectivamente. Se obtuvo una precipitación acumulada en el primer año de 424.81 mm, en primavera-verano de 2013 se obtuvo la mayor precipitación con 378.28 mm (89%). La precipitación acumulada del segundo año fue de 332.8 mm, obteniendo la mayor precipitación en primavera y verano de 2014 con 289.78 mm (87%). En las estaciones con poca precipitación: otoño e invierno de ambos años, se proporcionó riegos a capacidad de campo cada dos semanas.

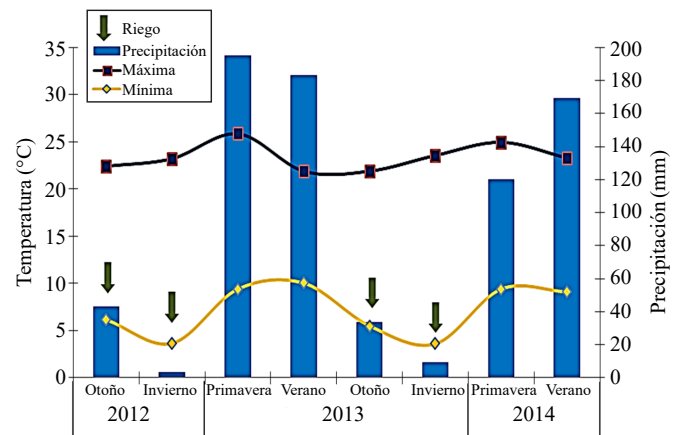
**Análisis estadístico.** Para comparar el efecto de las asociaciones estudiadas, se realizó un análisis de varianza con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 2009), con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ajustada ( $\alpha = 0.05$ ).

## Resultados y discusión

**Tasa de crecimiento.** En el Cuadro 1 se presenta la tasa de crecimiento estacional promedio durante el periodo experimental. En el primer año, la TC promedio de todas las asociaciones fue de 51 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> y disminuyó 3 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> en el segundo año (48 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). En ambos años, las asociaciones 20-70-10, 40-20-40 y 20-40-40 de Ov-Ba-Tr obtuvieron la mayor TC y fueron estadísticamente diferentes a las demás ( $P < 0.05$ ), mientras el pasto ovido solo obtuvo la menor TC (34 y 30 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) para ambos años ( $P < 0.05$ ).

Por otro lado, independientemente de las asociaciones, durante primavera y en ambos años se registró la mayor TC con un promedio de 68.5 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, seguido de verano con un promedio de 57.5 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, después invierno con un promedio de 42 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, y por último la estación de invierno con un promedio de 31 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $p < 0.05$ ). Estos resultados coinciden con los reportados por Velasco *et al.* (2001) y Moreno *et al.* (2015), donde encontraron la mayor tasa de crecimiento en primavera y verano. Mientras tanto Villareal *et al.* (2014) en pasto ovido reportaron la mayor tasa de crecimiento en primavera y verano con un promedio de 98.5 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> independientemente de la intensidad y frecuencia de pastoreo.

Estas tasas de crecimiento son mayores que las reportadas en la presente investigación, sin embargo; cuando se inició este trabajo ya llevaba tres años desde la siembra por lo que probablemente su persistencia disminuyó y por consiguiente el rendimiento de materia seca y tasa de crecimiento. Tal



**Figura 1.** Temperatura promedio máxima, mínima, precipitación acumulada y riegos a capacidad de campo durante el periodo de estudio (09/2012 a 09/2014) (<http://www.cm.colpos.mx/meteoro/>).

**Figure 1.** Average temperature maximum, minimum, accumulated rainfall and irrigation to field capacity during the study period (09-2012 to 09-2014) (<http://www.cm.colpos.mx/meteoro/>).

## Results and discussion

**Growth rate.** Table 1 shows the seasonal average growth rate occurs during the experimental period. In the first year, the TC average of all associations was 51 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> and 3 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> in the second year (48 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>). In both years, associations 20-70-10, 40-20-40 and 20-40-40 of Ov-Ba-Tr obtained the highest TC and were statistically different from the others ( $p < 0.05$ ), while orchard grass only he got the lowest TC (34 and 30 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) for both years ( $p < 0.05$ ).

On the other hand, regardless of associations, during spring and in both years was recorded as TC with an average of 68.5 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, followed by summer with an average of 57.5 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> after winter with an average of 42 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, and finally the winter season with an average of 31 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $p < 0.05$ ). These results agree with those reported by Velasco *et al.* (2001) and Brown *et al.* (2015), where they found the highest rate of growth in spring and summer. Meanwhile Villareal *et al.* (2014) in orchard grass reported the highest growth rate in spring and summer with an average of 98.5 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> regardless of the intensity and frequency of grazing.

These growth rates are higher than those reported in this investigation, however; when this work had already been started three years from planting so their persistence and

comportamiento, generalmente se atribuye a la habilidad de pasto ovido, ballico perenne y trébol blanco para competir por luz, agua y nutrientes cuyos efectos se evidencian en la tasa de aparición y elongación del área foliar (Durand *et al.*, 1999). En otoño, la menor tasa de crecimiento se puede atribuir a las bajas temperaturas registradas en el periodo, ya que Hernández-Garay *et al.* (1997a) señalan que las bajas temperaturas ocasionan reducción en el crecimiento y tasa de acumulación de forraje, por influencia directa de una menor tasa de aparición y expansión foliar.

therefore probably decreased the dry matter yield and growth rate. Such behavior is generally attributed to the ability of orchard grass, perennial ryegrass and white clover to compete for light, water and nutrients whose effects are evident in the rate of appearance and elongation of leaf area (Durand *et al.*, 1999). In autumn, the lowest growth rate can be attributed to the low temperatures recorded in the period as Hernandez-Garay *et al.* (1997a) indicate that low temperatures cause reduced growth and herbage accumulation rate, direct influence of a lower rate of occurrence and leaf expansion.

**Cuadro 1. Cambios estacionales en la tasa de crecimiento (TC; kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) de pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) durante dos años de estudio.**

**Table 1. Seasonal changes in the growth rate (TC; kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) alone and associated with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) for two years of study.**

Asociaciones Ov-Ba-Tr	Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Promedio	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
20-40-40	43 fA	40 gA	55 dcA	52 eA	76 aB	73 bB	56 cD	53 deD	57 A	54 A
00-50-50	37 dBC	34 dBC	51 bcB	48 cB	67 aBC	64 aBC	54 bD	51 cdD	52 B	49 B
40-20-40	36 eBC	33 eBC	46 dC	43 dC	71 bcBC	68 cBC	77 aA	74 abA	57 A	54 A
50-00-50	34 deCD	31 eCD	41 cD	38 cdD	71 aBC	68 aBC	61 bC	58 bC	52 B	49 B
20-70-10	38 cbB	35 dB	54 bA	51 bcA	85 aA	82 aA	64 bBC	61 bBC	60 A	57 A
70-20-10	27 gE	24 hE	35 eE	32 fE	66 aC	63 aC	53 cD	50 dD	45 C	42 C
100-00-00	15 gF	11 hF	23 eF	19 fF	55 aD	51 bD	44 cE	40 dE	34 D	30 D
40-40-20	31 dDE	28 dDE	43 cCD	40 cCD	72 aBC	69 aBC	66 bB	63 bB	53 B	50 AB
Promedio	33 d	29 d	44 c	40 c	70 a	67 a	59 b	56 b	51	48
EEM	4.2	4.2	2.8	2.8	9.2	9.2	3.6	3.6	5.6	4.4
Sig.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

abc= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ( $p > 0.05$ ); ABC= 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; Ov= pasto ovido, Ba= ballico perenne y Tr= trébol blanco.

Mientras tanto, Brock y Tilbrook (2000) mencionan que los cambios en la tasa de crecimiento, en las diferentes estaciones del año, están directamente relacionadas con la temperatura, y para tener la mejor expresión en el crecimiento se requieren temperaturas de 18 y 21 °C para ballico perenne y ovido, respectivamente, mientras que para trébol blanco de 24 °C. Por su parte, Sanderson (2010) en una investigación de dos años en asociaciones de ovido y trébol blanco, encontró en promedio la mayor tasa de crecimiento en primavera con 62 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, seguida de verano con 47 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Estas tasas de crecimiento coinciden con las de esta investigación en primavera y verano de ambos años.

Densidad de plantas. En el Cuadro 2 se observan los cambios estacionales en la densidad de plantas, en donde el promedio del primer año de pasto ovido fue de 24 plantas m<sup>-2</sup> y disminuyó a 23 plantas m<sup>-2</sup> para el segundo año. En ambos años, el pasto ovido solo (100-00-00) fue el que obtuvo la

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, they are not different ( $p > 0.05$ ); EEM= standard error of the mean; Sig= significance.; \*\*= $p > 0.05$ ; NS= not significant. Ov = orchardgrass, Ba= perennial ryegrass and Tr= white clover.

Meanwhile, Brock and Tilbrook (2000) mention that changes in the growth rate in the different seasons, are directly related to temperature, and to have the best expression in the growth temperatures of 18 required and 21 °C for perennial ryegrass and clew, respectively, while for white clover 24 °C. Meanwhile, Sanderson (2010) in a two-year investigation into associations clew and white clover, found on average the highest growth rate in the spring with 62 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, followed by summer with 47 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. These growth rates are consistent with those of the research in spring and summer of both years.

mayor densidad, con promedio de 31.5 plantas m<sup>-2</sup>, mientras que la asociación 20-40-40 de Ov-Ba-Tr mostró la menor densidad con promedio de 15 plantas m<sup>-2</sup> ( $p < 0.05$ ). El ballico perenne fue la especie con la menor densidad de plantas durante toda la investigación con un promedio de 3 y 2.5 plantas m<sup>-2</sup> para el primero y segundo año, respectivamente sin diferencias. La asociación 00-50-50 de Ov-Ba-Tr fue la que registró la mayor densidad de plantas m<sup>-2</sup> de ballico perenne con un promedio de los dos años de 4.8 plantas m<sup>-2</sup>, y las asociaciones 40-40-20, 20-70-10, 20-40-40 y 70-20-10 de Ov-Ba-Tr fueron las que obtuvieron la menor densidad con un promedio de 2 plantas m<sup>-2</sup> para ambos años ( $p < 0.05$ ).

Plant density. In Table 2 are observed seasonal changes in plant density, where the average first year of orchard grass was 24 plants m<sup>-2</sup> and decreased to 23 plants m<sup>-2</sup> for the second year. In both years, the orchard grass alone (100-00-00) was the one that had the highest density, with an average of 31.5 plants m<sup>-2</sup>, while the association 20-40-40 Ov-Ba-Tr showed the least average density of 15 plants m<sup>-2</sup> ( $p < 0.05$ ). The ryegrass was the species with the lowest density of plants throughout the investigation with an average of 3 and 2.5 plants m<sup>-2</sup> for the first and second year, respectively, without differences. The association 00-50-50 Ov-Ba-Tr was the one that registered the highest

**Cuadro 2. Cambios en densidad de plantas (m<sup>-2</sup>) de pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) durante dos años de estudio.**

**Table 2. Changes in plant density (m<sup>-2</sup>) of orchard grass (*Dactylis glomerata* L.) alone and associated with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) for two years of study.**

Asociaciones Ov-Ba-Tr	Año 1		Año 2		Promedio (plantas m <sup>-2</sup> )	
	Pastor ovilla	Pastor ovilla	Ballico perenne	Ballico perenne	Trébol blanco	Trébol blanco
20-40-40	15 D	15 D	2.5 C	1.8 C	41 aB	36 bC
00-50-50	---	---	5.2 A	4.5 A	69 aA	64 bA
40-20-40	21 C	21 C	3.8 B	3.2 B	39 aC	35 bC
50-00-50	28 B	27 B	---	---	23 E	21 E
20-70-10	21 C	20 C	2.2 C	1.8 C	46 B	44 B
70-20-10	27 B	27 B	2.4 C	2.1 C	40 C	38 C
100-00-00	32 A	31 A	---	---	---	---
40-40-20	21 C	20 C	2.1 C	1.5 C	31 D	29 D
Promedio	24	23	3	2.5	41 a	38 b
Sig.	**	**	**	**	**	**
EEM	1.3	1	0.8	0.7	2.3	2.5

abc= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ( $p > 0.05$ ); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ( $p > 0.05$ ); Sig.= Significancia; \*\*= $p > 0.05$ . EEM= error estándar de la media

Trébol blanco fue la especie que presentó la mayor densidad de plantas con 41 y 38 plantas m<sup>-2</sup>, para el primero y segundo año, respectivamente ( $p < 0.05$ ). La asociación 00-50-50 de Ov-Ba-Tr, en ambos años, presentó la mayor densidad con un promedio de 66.5 plantas m<sup>-2</sup>, mientras que la asociación 40-40-20 de Ov-Ba-Tr fue la que registró la menor densidad, en los dos años, con un promedio de 30 plantas m<sup>-2</sup> ( $p < 0.05$ ). La mayor densidad de plantas de trébol blanco coincide con el mayor aporte de trébol blanco en la composición botánica y rendimiento de forraje en invierno para ambos años. Independientemente de las especies, la densidad de plantas se mantuvo y se puede atribuir a que la pradera llevaba tres años desde la siembra y por consiguiente, las plantas tienden a mantenerse ya que en el primer año es cuando se pierde la mayor cantidad de plantas. Por su parte Sevilla *et al.* (2001)

density of plants m<sup>-2</sup> of perennial ryegrass with an average of two years of 4.8 plants m<sup>-2</sup>, and associations 40-40-20, 20-70-10, 20-40-40 and 70-20-10 of Ov-Ba-Tr were those which had the lowest density with an average of 2 plants m<sup>-2</sup> for both years ( $p < 0.05$ ).

White clover was the species that showed the highest density with 41 plants and 38 plants m<sup>-2</sup>, for the first and second year, respectively ( $p < 0.05$ ). The association 00-50-50 Ov-Ba-Tr, in both years, had the highest density with an average of 66.5 plants m<sup>-2</sup>, while the association 40-40-20 Ov-Ba-Tr was that he recorded the lowest density in two years, with an average of 30 plants m<sup>-2</sup> ( $p < 0.05$ ). The highest density of white clover plants coincides with the largest contribution of white clover in the botanical composition and forage

mencionan que, la muerte de plantas es mayor en primavera y en las demás estaciones, la densidad de plantas tiende a mantenerse; además, señalan que la densidad mínima necesaria para que no afecte su crecimiento es de 30, por debajo de la cual, la pradera disminuye marcadamente la producción de forraje.

Estos cambios de densidad de plantas se ven reflejados en la tasa de crecimiento del cultivo y se le atribuyen a las condiciones ambientales, particularmente a la temperatura (Figura 1) por su influencia directa sobre la fotosíntesis (McKenzie *et al.*, 1999). Al respecto, Hernández- Garay *et al.* (1999) mencionan que la densidad de tallos puede ser manipulada por la defoliación, modificando la frecuencia e intensidad de cosecha, se puede incrementar la densidad de tallos en ballico perenne. Moreno *et al.* (2015) reportaron en asociaciones de gramíneas y leguminosa el aporte de trébol blanco fue superior en otoño e invierno y menor en primavera y verano. Al respecto, Chapman y Lemaire (1993) consignan que las praderas responden de manera diferente al manejo que se le practique afectando su persistencia y rendimiento por efecto de intensidad e intervalo de cosecha. En esta investigación en particular las especies beneficiadas por el manejo proporcionado y temperatura fueron pasto ovilla y trébol blanco.

Radiación interceptada. Independientemente de la asociación, durante la estación de primavera, de ambos años, se presentó la mayor radiación interceptada con un promedio de 92% (Cuadro 3), y la menor en otoño del segundo con un promedio de 78% de radiación interceptada ( $p < 0.05$ ). Solo las asociaciones 20-40-40, 40-20-10 y 20-70-10 de Ov-Ba-Tr llegaron al 95% de radiación interceptada durante primavera del primer año, cabe resaltar, que estas mismas asociaciones tienen la mayor tasa de crecimiento (Cuadro 1) y por consiguiente el rendimiento de forraje. En promedio del primer año y segundo año las asociaciones que interceptaron mayor radiación solar fueron 20-70-10, 40-20-40, 40-40-20, 70-20-10 y 50-00-50 de Ov-Ba-Tr con promedio de 89.2 y 87%, para el primer y segundo año, respectivamente; mientras que el pasto ovilla solo (100-00-00) fue el que interceptó menor radiación con promedio de 74 y 71% para el primer y segundo año, respectivamente ( $p < 0.05$ ).

Los datos anteriores revelan que la capacidad de las asociaciones para interpretar la radiación solar depende del porcentaje de cada especie asociada y las condiciones ambientales a las que fueron expuestas durante su crecimiento previo a cada cosecha (Federick *et al.*, 1999; Horrocks y Vallentine, 1999; Da Silva y Hernández-Garay, 2010). En

yield in winter for both years. Regardless of species, plant density was maintained and can be attributed to the meadow was three years after planting and therefore plants tend to stay longer in the first year is when the largest number of plants is lost. Meanwhile Sevilla *et al.* (2001) mention that the death of plants is higher in spring and other seasons, plant density tends to remain; moreover, that the minimum density required to not affect its growth is 30, below which, the prairie markedly decreased forage production.

These plant density changes are reflected in the growth rate of the crop and are attributed to environmental conditions, especially temperature (Figure 1) for its direct influence on photosynthesis (McKenzie *et al.*, 1999). In this regard, Hernandez Garay *et al.* (1999) mention that stem density can be manipulated by defoliation, changing the frequency and intensity of harvest can be increased stem density in perennial ryegrass. Moreno *et al.* (2015) reported associations of grasses and legumes white clover contribution was higher in autumn and winter and lower in spring and summer. In this regard, Chapman and Lemaire (1993) entered the grasslands respond differently to management practices that will affect their persistence and intensity effect performance and harvest interval way. In this particular research species benefit from the management and temperature were provided orchard grass and white clover.

Intercepted radiation. Regardless of the association during the spring season of both years, most intercepted radiation with an average of 92% (Table 3), and lower in autumn the second with an average of 78% of intercepted radiation was presented ( $p < 0.05$ ). Only associations 20-40-40, 40-20-10 and 20-70-10 of Ov-Ba-Tr reached 95% of intercepted radiation during spring of the first year, it is worth noting that these same associations have the highest rate growth (Table 1) and therefore forage yield. On average the first year and second year the associations were intercepted more solar radiation 20-70-10, 40-20-40, 40-40-20, 70-20-10 and 50-00-50 of Ov-Ba- Tr averaging 89.2 and 87% for the first and second year, respectively; while only orchard grass (100-00-00) was the lowest radiation intercepted average of 74 and 71% for the first and second year, respectively ( $p < 0.05$ ).

The above data show that the ability of associations to interpret solar radiation depends on the percentage of each species associated and environmental conditions to which they were exposed during their previous growth each harvest (Federick *et al.*, 1999; Horrocks and Vallentine, 1999; Da



este sentido, Sevilla *et al.* (2001) mencionan que, la densidad mínima necesaria para que no afecte su crecimiento es de 30 plantas m<sup>-2</sup>, por debajo de la cual, la pradera disminuye marcadamente la producción de forraje, tasa de crecimiento y radiación interceptada. Resultados similares encontraron Flores *et al.* (2015) en nueve asociaciones de pasto ovido, ballico perenne y trébol blanco, donde independientemente de la asociación, la radiación interceptada presentó el siguiente orden descendente: verano > primavera > otoño > invierno con 93, 92, 88 y 86%, respectivamente.

Silva and Hernandez-Garay, 2010). Here, Sevilla *et al.* (2001) mention that the minimum density required to not affect its growth is 30 plants m<sup>-2</sup>, below which, the prairie markedly decreased forage production, growth rate and intercepted radiation. Similar results were found Flores *et al.* (2015) in nine associations orchard grass, perennial ryegrass and white clover, where regardless of the association, the intercepted radiation presented the following descending order: summer > spring > autumn > winter with 93, 92, 88 and 86%, respectively.

**Cuadro 3. Cambios estacionales en radiación interceptada (%) de pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) durante dos años de estudio.**  
**Table 3. Seasonal changes in intercepted radiation (%) of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) alone and associated with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) for two years of study.**

Asociaciones Ov-Ba-Tr	Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Promedio	
	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2	Año 1	Año 2
20-40-40	79 eD	76 fC	85 cA	82 dA	95 aA	92 bA	85 cC	82 dC	86 B	83 B
00-50-50	84 cdBC	81 efB	85 cA	82 edA	92 aB	89 bB	83 dD	80 fD	86 B	83 B
40-20-40	88 abcdA	87 bcdA	86 cdA	84 cdA	95 aA	93 abA	92 abcA	90 abcdA	90 A	88 A
50-00-50	84 eBC	82 fB	87 dA	85 eA	94 aAB	92 bA	90 cB	88 dB	88 AB	86 A
20-70-10	87 dAB	84 eAB	90 cA	87 dA	96 aA	93 bA	92 bA	89 cAB	91 A	88 A
70-20-10	83 eC	81 fB	86 dA	84 eA	94 aAB	92 bA	91 bAB	89 cAB	88 AB	86 A
100-00-00	57 eE	54 eD	67 dB	64 dB	89 aC	86 abC	82 bcD	79 cD	74 C	71 C
40-40-20	85 efABC	83 fAB	87 deA	85 efA	94 aAB	92 abA	90 bcAB	88 cdAB	89 A	87 A
Promedio	81 c	78 d	84 b	81 c	93 a	91 a	88 b	86 b	87	84
EEM	3.3	3.3	5.9	5.9	2.5	2.5	1.9	1.9	4.3	3.3
Sig.	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

abc= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ( $p > 0.05$ ); ABC= 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.

Relación entre tasa de crecimiento (TC) y radiación interceptada (RI). En el Cuadro 4 se observa el coeficiente de regresión ( $R^2$ ) entre la tasa de crecimiento y la radiación interceptada. A excepción de la asociación 40-20-40 de Ov-Ba-Tr donde no existió diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre TC y RI, todos los demás tratamientos presentaron estrecha relación entre estas variables, mientras mayor sea la tasa de crecimiento mayor será la radiación interceptada. La tasa de crecimiento varió en las estaciones del año (Cuadro 1) y los factores principales fueron temperatura y horas luz ya que durante primavera y verano se registraron las mayores temperaturas y se presentaron las mayores TC y RI, caso contrario a invierno, donde se observaron las menores TC y RI.

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, they are not different ( $p > 0.05$ ); EEM= standard error of the mean; Sig = significance.; \*\* =  $p > 0.05$ ; NS = not significant.

Al respecto, Hernández-Garay *et al.* (1997b) señalan que la dinámica de población de tallos está en función de la tasa de aparición y muerte de tallos, tasas que difieren con el manejo y la estación y estas a su vez con el índice de área foliar y tasa de crecimiento (Lemaire y Chapman, 1996).

Relationship between growth rate (TC) and intercepted radiation (RI). In the Table 4 shows the regression coefficient ( $R^2$ ) between the growth rate and intercepted radiation is observed. Except for the association 40-20-40 Ov-Ba-Tr where there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) between TC and RI, all other treatments had close relationship between these variables, the greater the higher growth rate It is intercepted radiation. The growth rate varied seasons (Table 1) and the main factors were temperature and light hours as during spring and summer temperatures were recorded and CT and RI older were presented, otherwise to winter, where observed the minors TC and RI.

En una investigación con alfalfa, al evaluar la frecuencia e intensidad de pastoreo encontraron que la máxima radiación interceptada a 95%, coincidía con el mayor índice de área foliar (3.6) y tasa de crecimiento (Teixeira *et al.*, 2007).

## Conclusiones

Las asociaciones 20-70-10, 20-40-40 y 40-20-40 de Ov-Ba-Tr presentaron las mayores tasas de crecimiento, y la menor, la registró pasto ovillo solo. Independientemente de la asociación, la mayor y menor tasa de crecimiento se presentó en primavera y otoño, respectivamente. La densidad de plantas en las gramíneas no varió entre año, sin embargo, la leguminosa presentó mayor y menor densidad de plantas en el primer y segundo año. Las asociaciones que interceptaron el 95 % de radiación solar fueron 20-40-40, 40-20-40, 20-70-10 de Ov-Ba-Tr solamente en primavera del primer año. Existe una estrecha relación entre la tasa de crecimiento y radiación interceptada.

## Literatura citada

- Bolaños, A. E. D.; González, H. V. A. y Pérez, P. J. 1995. Intensidad de pastoreo, rendimiento y tasa de crecimiento de ballico perenne. *Rev. Fitot. Mex.* 18(1):35-42.
- 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(3):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-Garay, A.; Vaquera, H. H.; Hernández, P. G. J.; Quero, C. A. R.; Enríquez, Q. J. F. y Martínez, H. P. A. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Rev. Fitot. Mex.* 35(1): 87-95.
- Chapman, D. F. and Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In: proceedings of the XVII International Grassland Congress.* Baker, M. J.; Crush, J. R. and Humphreys, L. R. (Eds.). New Zealand and Australia. 95-104 p.
- Cook, B. G.; Williams, R. J. and Wilson, G. P. M. 1990. Register of Australian herbage plant cultivars B. Legumes. 21 Arachis. (a) Arachis pintoy Krap. Et Grep. Nom. nud. (Pinto peanut) cv Amarillo. *Aust. J. Exp. Agric.* 30(3):445-456.

**Cuadro 4. Coeficiente de regresión ( $R^2$ ), de tasa de crecimiento (TC) entre radiación interceptada (RI) de dos años en ovillo (*Dactylis glomerata* L.), solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).**

**Table 4. Regression coefficient ( $R^2$ ), growth rate (TC) between intercepted radiation (RI) two years in clew (*Dactylis glomerata* L.), alone and in association with perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.).**

Tratamientos Ov-Ba-Tr	Promedio de los dos años TC vs RI ( $R^2$ )	Significancia
20-40-40	0.9838	****
00-50-50	0.5685	*
40-20-40	0.4818	NS
50-00-50	0.9404	***
20-70-10	0.898	***
70-20-10	0.9734	****
100-00-00	0.9656	***
40-40-20	0.8984	***
Promedio	0.6523	**

\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ ; \*\*\*\* $p < 0.0001$ ; NS= no significativo; Ov= pasto ovillo; Ba= ballico perenne; Tr= trébol blanco; TC= tasa de crecimiento; RI= radiación interceptada.

In this regard, Hernandez-Garay *et al.* (1997b) indicate that the population dynamics of stems is a function of the rate of occurrence and death of stems, different rates with the handling and the station and these in turn with the leaf area index and growth rate (Lemaire and Chapman, 1996). In research with alfalfa, to evaluate the frequency and intensity of grazing found that the maximum intercepted to 95%, radiation matched the highest leaf area index (3.6) and growth rate (Teixeira *et al.*, 2007).

## Conclusions

Associations 20-70-10, 20-40-40 and 40-20-40 of Ov-Ba-Tr showed the highest growth rates, and lower, the recorded orchard grass alone. Regardless of the association, the highest and lowest growth rate occurred in spring and autumn, respectively. The density of plants in grasses did not vary between year, however, the legume had higher and lower density of plants in the first and second year. Associations intersected 95% of solar radiation were 20-

- Da Silva, S. C. y Hernández-Garay, A. 2010. Manejo de pastoreo en praderas tropicales. *In: forrajes y su impacto en el Trópico*. Velasco, Z. M. E.; Hernández, G. A.; Perezgrovas, G. R. A. y Sánchez M. B. (eds). México. Universidad Autónoma de Chiapas. 43-62 p.
- 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(5):577-588.
- Federick, J. R. and Bauer, P. J. 1999. Physiological and numerical components of wheat yield. *In: Satorre, H. E. and Slafer, G. A. (Eds.). Wheat, ecology and physiology of yield determination*. Foot Products Press. NY, USA. 503 p.
- Flores, S. E. J.; Hernández-Garay, A. Guerrero, R. J. D.; Quero, C. A. R. y 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.). *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 6(3):337-347.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4 (Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- González, A. S. X.; Dias, S. H.; López, T. R.; Aizpuru, G. E.; Garza, C. H. M. y Sánchez, R. F. 2004. Consumo calidad nutritiva y composición botánica de una pradera de alfalfa y gramíneas perennes con diferentes niveles de asignación de forraje. *Téc. Pec. Méx.* 42(1):29-37.
- Hernández-Garay, A.; Hodgson, J. and Matthew, C. 1997a. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass-white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. *New Zealand J. Agric. Res.* 40(1):25-35.
- Hernández-Garay, A.; Hodgson, J. and Matthew, C. 1997b. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass/White clover pastures. 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. *New Zealand J. Agric. Res.* 40(1): 37-50.
- Hernández-Garay, A.; Matthew, C. and Hodgson, J. 1999. Tiller size/density compensation in perennial miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass For. Sci.* 54(4):347-356.
- Horrocks, R. and Vallentine, J. F. 1999. *Harvested Forages*. Academic Press. USA. 426 p.
- Lemaire, G. and Chapman, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. *In: Hodgson, J. and Lilius, A. W. (Eds.). The ecology and management of grazing systems*. CAB International. Wallingford, U.K. 3-35 p.
- Lüscher, A.; Mueller-Harvey, I.; Soussana, J. F.; Reess, R. M. and Peyraud, L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass For. Sci.* 69(2): 206-228.
- 40-40, 40-20-40, 20-70-10 Ov-Ba-Tr spring only in the first year. There is a close relationship between the growth rate and intercepted radiation.

*End of the English version*



- McKenzie, B. A.; Kemp, P. D.; Moot, D. J.; Matthew, C. and Lucas, R. J. 1999. Environmental effects on plant growth and development. *In: White, J. and Hodgson, J. (Eds.). New Zealand pasture crop science*. Oxford University Press. Oxford, UK. 29-44 p.
- Moreno, C. M. A.; Hernández-Garay, A.; Vaquera, H. H.; Trejo, L. C.; Escalante, E. J. A.; Zaragoza, R. J. L. y Joaquín, T. B. M. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. *Rev. Fitotec. Mex.* 38(1):101-108.
- Ortiz, S. C. 1997. Colección de Monolitos. Depto. génesis de suelos. Edafología, IRENAT, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 17 p.
- Rojas, H. S.; Olivares, P. J.; Jiménez, G. R. y Hernández, C. E. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *Rev. Electrónica de Veterinaria.* 6(5):1-9.
- Sanderson, M. 2010. Nutritive value and herbage accumulation rates of pastures sown to grass, legume and chicory mixtures. *Agron. J.* 102:728-733.
- SAS, Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2. Use's Guide Release. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 360 p.
- Sevilla, G. A.; Pasinato, A. and García, J. M. 2001. Curvas de crecimiento de forrajeras templadas irrigadas. *Ar. Latin. Ame. An. Prod.* 9:91-98.
- Teixeira, E. I.; Moot, D. J.; Brown, H. E. and Pollock, K. M. 2007. How does defoliation management impact on yield, canopy forming processes and light interception of lucerne (*Medicago sativa* L.) crops? *Eur. J. Agron.* 27(1):154-164.
- Velasco, Z. M. E.; Hernández-Garay, A.; González, H. V. A.; Pérez, P. J.; Vaquera, H. H. and Galvis, S. A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.). *Téc. Pec. Méx.* 39(1):1-14.
- Villarreal, G. J. A.; Hernández-Garay, A.; Martínez, H. P. A.; Guerrero, R. J. D. and Velasco, Z. M. E. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) al variar frecuencia e intensidad de pastoreo. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 5(2):231-245.
- Zenetti, S.; Hartwig, A. U.; Lüscher, A.; Hebeisen, T.; Frehner, M.; Fischer, U. B.; Hendry, R. G.; Blum, H. and Nösberger, J. 1999. Simulation of symbiotic N<sub>2</sub> fixation in *Trifolium repens* L. under elevated Atmospheric CO<sub>2</sub> in a grassland ecosystem. *Plan Physiol.* 112(2):575-583.