

# COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE *Lotus corniculatus* L. DEPENDIENTE DE LA ESTRATEGIA DE COSECHA

## PRODUCTIVE PERFORMANCE OF *Lotus corniculatus* L. DEPENDENT ON HARVEST STRATEGY

Perpetuo Álvarez-Vázquez<sup>1\*</sup>, Gabino García de los-Santos<sup>2</sup>, Juan D. Guerrero-Rodríguez<sup>3</sup>, Sergio I. Mendoza-Pedroza<sup>4</sup>, María E. Ortega-Cerrilla<sup>4</sup>, Alfonso Hernández-Garay<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>Recursos Naturales Renovables. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo Coahuila. <sup>2</sup>Producción de Semillas. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. <sup>3</sup>Desarrollo Agrícola Regional. Campus Puebla. Colegio de Postgraduados. 72760. Puebla, Puebla, México. <sup>4</sup>Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México.

### RESUMEN

La eficiencia de la cosecha es uno de los principales factores que definen la productividad de una pradera. En especies de *Lotus* no se ha estudiado la respuesta productiva en función de la cantidad de luz interceptada. Este estudio se realizó en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México, en los ciclos agrícolas 2014-2015 y 2015-2016, y el objetivo fue determinar la producción de *L. corniculatus*, en función del porcentaje (90, 95 y 100 %) de luz interceptada (LI) y un corte fijo (CF) definido estacionalmente. La hipótesis fue que la mayor producción de forraje se presenta con 95 % de LI. El diseño experimental fue bloques al azar en parcelas divididas, y los tratamientos fueron LI y CF con tres repeticiones. El rendimiento anual de forraje solo mostró diferencias entre tratamientos en el segundo año. El rendimiento de forraje del CF fue menor (22 844 kg MS ha<sup>-1</sup>) al promedio con 90, 95 y 100 % LI (32 173 kg MS ha<sup>-1</sup>). El rendimiento promedio estacional de forraje fue mayor en primavera (10 461 kg MS ha<sup>-1</sup>) respecto al promedio de otoño e invierno (5750 kg MS ha<sup>-1</sup>). La maleza aportó al rendimiento anual (4 %) y la hoja el (58 %) en primavera, con 95 % de LI. Con 95 y 100 % de LI se registraron las alturas mayores (23 cm) y en el CF las alturas menores (19 cm), en ambos años. Entre estaciones, las alturas mayores (24 cm) se presentaron en primavera y las menores en otoño e invierno (19 cm). En el segundo año se presentó la mayor relación media anual hoja:tallo en el CF (2.8:1), principalmente en otoño (3.3:1). El mayor comportamiento productivo de *L. corniculatus* fue con 90, 95 y 100 % de LI, con aporte mayor de hoja con 95 %, principalmente

### ABSTRACT

Harvest efficiency is one of the main factors that define productivity of a grassland. In *Lotus* species, productive response has not been studied in function of the amount of intercepted light. This study was conducted in the Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Mexico, in the 2014-2015 and 2015-2016 crop cycles with the objective of determining the production of *L. corniculatus* in function of the percentage (90, 95 and 100 %) of light intercepted (LI) and a fixed cutting (CF) defined seasonally. The hypothesis was that higher production of forage would be obtained with 95 % LI. The experimental design was random blocks in divided plots, and the treatments were LI and CF with three replications. Annual yield of forage showed differences among treatments only in the second year. Forage yield of CF was lower (22 844 kg MS ha<sup>-1</sup>) than the average with 90, 95 and 100 % LI (32 173 kg MS ha<sup>-1</sup>). Seasonal yield was higher in spring (10 461 kg MS ha<sup>-1</sup>) relative to the fall and winter average (5750 kg MS ha<sup>-1</sup>). Weeds contributed (4 %) to annual yield and leaves (58 %) in spring with 95 % LI. With 95 and 100 % LI greater heights (23 cm) were recorded, and in CF the heights were lower (19 cm) in both years. Of the seasons, taller plants (24 cm) grew in the spring and shorter plants in autumn and winter (19 cm). In the second year, there was a higher mean annual leaf:stem ratio in CF (2.8:1), mainly in autumn (3.3:1). The best productive performance of *L. corniculatus* was with 90, 95 and 100 % LI. The highest contribution of leaf was with 95 % LI, mainly in spring. In conclusion, although there were not differences between the percentages of intercepted light, at 95% the largest amount of leaf was produced, and thus we consider it to be the best management strategy. Nevertheless, because it is a species recently characterized in Mexico, it is necessary to conduct more research in different environment types.

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: julio, 2017. Aprobado: enero, 2018.

Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia 52: 1081-1093. 2018.

**en primavera. En conclusión, a pesar de, no haber diferencia entre las intercepciones luminosas, al 95 % se produjo la mayor cantidad de hoja, por lo que, podríamos considerarla como la mejor estrategia de manejo, no obstante, siendo una especie recién caracterizada en México, es necesario realizar más investigación en diferentes tipos de ambientes.**

**Palabras clave:** *Lotus corniculatus* L., rendimiento de forraje, comportamiento productivo, luz interceptada, intervalo de corte.

## INTRODUCCIÓN

Existen alrededor de 200 especies anuales y perennes del género *Lotus*. El mediterráneo europeo es la zona con mayor diversidad (Lagler, 2003) y *L. corniculatus*, la especie con importancia forrajera mayor (Castro, 2006), está en regiones templadas de Europa, Asia Menor y norte de Sudamérica (Gunn *et al.*, 1992). Esta leguminosa es de clima templado, su rendimiento y calidad nutricional (18 a 22 % de proteína cruda) se compara con *Medicago sativa* L., y *Trifolium repens* L., (Marley *et al.*, 2006); además, contiene menos celulosa y más carbohidratos no estructurales (Grant, 2009) y no produce timpanismo en los animales en pastoreo (Beuselincx y Grant, 1995).

La productividad y persistencia de las praderas está en función de su capacidad para recuperar y mantener el área foliar remanente, por lo cual, diferentes estrategias de cosecha tienen impacto sobre las plantas y determinan la velocidad de crecimiento, la productividad y la persistencia (Nabinger y Pontes, 2001). Por lo tanto, la eficiencia de la cosecha es uno de los principales factores que definen la productividad de una pradera (Giacomini *et al.*, 2009), en la cual influyen las condiciones ambientales como la cantidad de luz (Lemare y Agnusdei, 2000) que aumenta la competencia entre plantas. En los periodos de rebrote se reduce la cantidad y calidad luminosa en la pradera (Da Silva y Nascimento, 2007), por lo que un criterio para estimar el punto óptimo de cosecha es cuando la pradera alcanza 95 % de luz interceptada (Montagner *et al.*, 2012); en consecuencia, un buen manejo de la cantidad de luz interceptada por la pradera asegura una mejor productividad (Difante *et al.*, 2008). La información para *L. corniculatus* es escasa, mientras que en otras leguminosas de clima

**Key words:** *Lotus corniculatus* L., forage yield, productive performance, intercepted light, cutting interval.

## INTRODUCTION

The genus *Lotus* comprises around 200 annual and perennial species. The European Mediterranean region has the highest diversity (Lagler, 2003), and *L. corniculatus* is the most important forage species (Castro, 2006). It is distributed in temperate regions of Europe, the Near East, and North and South America (Gunn *et al.*, 1992). This leguminous plant grows in temperate climates, and its yield and nutritional quality (18 to 22 % crude protein) is comparable to *Medicago sativa* L. and *Trifolium repens* L. (Marley *et al.*, 2006). Moreover, it contains less cellulose and more non-structural carbohydrates (Grant, 2009) and does not produce bloating in grazing animals (Beuselincx and Grant, 1995).

Productivity and persistence of pastures is in function of their capacity to recover and maintain the remaining leaf area. Different harvest strategies have an impact on the plants and determine their growth rate, productivity and persistence (Nabinger and Pontes, 2001). For this reason, harvest efficiency is one of the main factors that define productivity of a pasture (Giacomini *et al.*, 2009), which is affected by environmental conditions such as the amount of light (Lemare and Agnusdei, 2000) that can increase competition among plants. In the periods of regrowth, the quantity and quality of light in pastures decrease (Da Silva and Nascimento, 2007). One of the criteria for estimating the optimum point for harvesting is when the pasture reaches 95 % intercepted light (Montagner *et al.*, 2012). Consequently, good management of the amount of light intercepted by the pasture assures better productivity ((Difante *et al.*, 2008). Information on *L. corniculatus* is scarce, but in other temperate legumes there are high correlations between forage yield and the amount of intercepted light (Rojas *et al.*, 2016). Therefore, the objective of the present study was to evaluate the productive performance of the genotype 202700 of *L. corniculatus* in function of the amount of intercepted light and a fixed cutting interval defined seasonally.

templado hay correlaciones altas entre el rendimiento de forraje con la cantidad interceptada de luz (Rojas *et al.*, 2016). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo del genotipo 202700 de *L. corniculatus* en función de la cantidad de luz interceptada y un intervalo de corte fijo definido estacionalmente.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

**Condiciones de campo**

El experimento se realizó en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México (19° 29' N y 98° 53' O), a 2,250 msnm, en los ciclos agrícolas de 2014-2015 y 2015-2016. El clima es templado sub-húmedo, con temperatura media de 15 °C y precipitación anual acumulada de 636 mm (García, 2004). El suelo es de textura franco arenosa, con pH de 7.1. Los datos climáticos se obtuvieron de la estación meteorológica de la Universidad Autónoma Chapingo, a 2 km del sitio de estudio. La precipitación anual acumulada fue 1,043 mm en el primer año y 877 mm en el segundo; durante primavera y verano se registraron las máximas precipitaciones y temperaturas, respecto a otoño e invierno, en ambos años (Figura 1).

La pradera de *L. corniculatus* se estableció mediante trasplante el 14 de marzo de 2014, la densidad fue 9 plantas m<sup>-2</sup> y la distancia entre plantas fue 33 cm. Las plantas se obtuvieron de

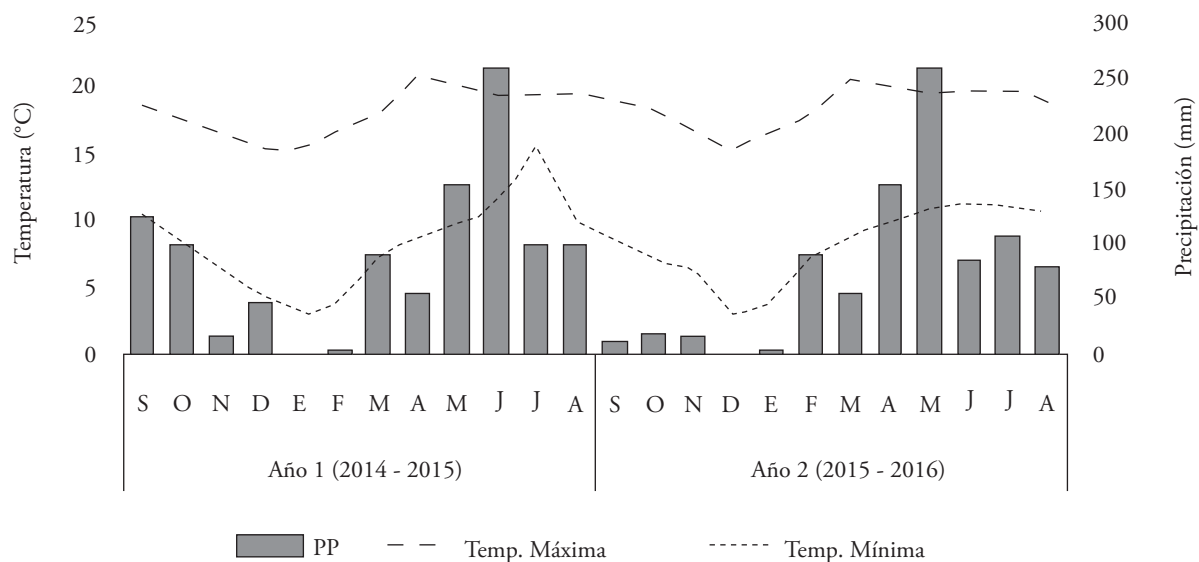
**MATERIALS AND METHODS**

**Field conditions**

The experiment was conducted at the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, México (19° 29' N and 98° 53' W), altitude 2,250 masl, during the 2014-2015 and 2015-2016 crop cycles. The climate is sub-humid, with and mean temperature of 15 °C and annual accumulated precipitation of 636 mm (García, 2004). Soil is sandy loam with pH 7.1. Climate data were obtained from the meteorological station of the Universidad Autónoma Chapingo, 2 km from the study site. Accumulated annual precipitation was 1043 mm in the first year and 877 mm in the second. Higher precipitations and temperatures were recorded during the spring and summer than in fall and winter in both years (Figure 1).

The pasture of *L. corniculatus* was established by transplanting on March 14, 2014; density was 9 plants m<sup>-2</sup> and distance between plants was 33 cm. The plants were obtained from seedlings grown in a greenhouse in a substrate of soil typical to the study site with no fertilization. Before beginning the experiment, sheep were grazed 13 weeks after establishment and uniformizing cutting was done at the beginning of the experiment (September 5, 2014) to 7 cm from the soil. The plots were irrigated every 15 d to field capacity in the dry season; no fertilizer was applied.

The experimental area was divided into 12 sub-plots with an area of 4 m<sup>2</sup> with 36 plants per experimental unit. Cuttings



**Figura 1. Temperatura media mensual máxima, mínima y precipitación pluvial (PP) acumulada mensual en los dos ciclos agrícolas.**

**Figure 1. Mean monthly high and low temperatures and monthly accumulated rainfall (PP) in the two crop cycles.**

plántulas ya establecidas en invernadero, en sustrato de suelo típico del lugar, sin fertilizar. Antes de iniciar el experimento, hubo un pastoreo con ovinos a las 13 semanas de su establecimiento y un corte de uniformización al inicio del experimento (5 de septiembre de 2014) a 7 cm sobre el nivel del suelo. Las parcelas se regaron cada 15 d a capacidad de campo en época de estiaje; no se aplicó fertilizante.

El área experimental se dividió en 12 sub parcelas de 4 m<sup>2</sup> de área, con 9 plantas por m<sup>2</sup> y 36 plantas por unidad experimental. Los cortes fueron los tratamientos y se determinaron cuando las praderas alcanzaron porcentajes de luz interceptada de 90, 95 y 100 %, más un corte fijo definido estacionalmente (primavera - verano 28 d, otoño 35 d, e invierno cada 42 d). La LI fue monitoreada a nivel del suelo (seis mediciones) y se usó un analizador de dosel *AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer* Modelo PAR 80 (Decagon devices, USA).

El rendimiento de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) se evaluó al cosechar la biomasa en dos cuadros fijos (0.25 m<sup>2</sup>) por repetición, establecidos al inicio del experimento y el forraje se secó a 60 °C, hasta peso constante, en una estufa de aire forzado (Felisa, Mod. FE-243A). La composición botánica y morfológica (CBM) se calculó al tomar una muestra de 10 % del total del forraje cosechado, separado en hoja, tallo, material muerto (material senescente) y maleza; se calculó el aporte al rendimiento total de cada componente (kg MS ha<sup>-1</sup>). La altura de la planta (cm) se midió en 12 lecturas al azar por repetición y se usó una regla graduada de 50 cm. La equivalencia en rendimiento por cm de altura de la planta se calculó dividiendo el rendimiento entre los cm de altura de la planta entre el número de cortes. Los datos obtenidos de la CBM de hoja y tallo se usaron para determinar la relación hoja/tallo (R:H/T: 1), dividiendo el peso de la hoja entre el tallo.

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

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento de forraje

Solo en el segundo año hubo diferencias ( $p \leq 0.05$ ) en la acumulación anual de forraje (Cuadro 1) y el rendimiento menor correspondió al corte fijo con 29 % menos respecto al promedio de los tres porcentajes de luz interceptada (32,173 kg MS ha<sup>-1</sup>), lo que indica menor adaptación de la especie al manejo de corte

were treatments and were determined when the pastures reached percentages of intercepted light of 90, 95 and 100 %, plus a fixed cutting defined seasonally (spring-summer: every 28 d, fall: every 35 d, and winter: every 42 d). LI was monitored at soil level (six measurements) using a canopy analyzer, *AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer* Modelo PAR 80 (Decagon devices, USA).

Forage yield (kg DM ha<sup>-1</sup>) was assessed when biomass was harvested in two fixed squares (0.25 m<sup>2</sup>) by repetition, established at the beginning of the experiment. This forage was dried at 60 °C to constant weight in a forced-air oven (Felisa, Mod. FE-243A). Botanical and morphological composition (CBM) was calculated by taking a 10 % sample of the harvested forage, separating it into leaf, stem and dead matter (senescent material) and weeds. The contribution to yield of each component (kg MS ha<sup>-1</sup>) was calculated. Plant height (cm) was measured in 12 random readings per replication using a 50 cm graduated ruler. The equivalence in yield per cm of plant height was calculated by dividing yield by the cm of plant height by the number of cuttings. The CBM data for leaf and stem were used to determine the leaf/stem ratio (R:L/S: 1), dividing leaf weight by stem weight.

The treatments were assigned to experimental units according to a design of random blocks in divided plots with three replications, where the large plot was the genotype and the small plot the treatment. The data obtained per cutting were organized by season and analyzed with PROC GLM of SAS (SAS Institute, 2009); averages were compared with the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Forage yield

Differences ( $p \leq 0.05$ ) in annual forage accumulation were found only in the second year (Table 1), and the lowest yield corresponded to the fixed cutting with 29 % less than the average of the three percentages of intercepted light (32,173 kg MS ha<sup>-1</sup>), indicating less adaptation of the species to fixed cutting management, relative to the cuttings that depended on the percentage of intercepted light. Regardless of the treatment, the highest mean seasonal yields, in both years, were obtained in spring with 10,461 kg MS ha<sup>-1</sup> and the lowest in fall (5,915 kg MS ha<sup>-1</sup>) and winter (5,585 kg MS ha<sup>-1</sup>). This behavior can be explained by the direct and close relationship between forage yield and optimal temperatures (22 °C) for growth of the species in field conditions (García *et al.*, 2014).

**Cuadro 1. Rendimiento acumulado de forraje de *L. corniculatus*, genotipo 202700, en función del porcentaje de luz interceptada (LI) y un corte fijo definido estacionalmente.****Table 1. Accumulated forage yield of *L. corniculatus*, genotype 202700, in function of intercepted light (LI) and a fixed cutting defined seasonally.**

LI (%)	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Anual acumulado	EEM <sup>†</sup>
Año 1 (2014 – 2015)						
90	4881 Ad	6447 Ac	10396 ABa	8593 ABb	30317 A	516
95	5533 Ad	6757 Ac	10806 Aa	9177 Ab	32274 A	393
100	5785 Ab	6453 Ab	11116 Aa	9880 Aa	33234 A	823
Corte fijo <sup>§</sup>	4896 Ac	6568 Ab	8708 Ba	7509 Bb	27680 A	373
Promedio estacional	5274 d	6556 c	10256 a	8790 b	30876	369
EEM <sup>†</sup>	721	864	673	546	2303	
Año 2 (2015 – 2016)						
90	5695 ABc	5729 Ac	11063 Aa	8797 Ab	31283 A	549
95	6567 Ac	6293 Ac	12068 Aa	8773 Ab	33701 A	265
100	5398 ABc	5688 Ac	11433 Aa	9015 Ab	31534 A	762
Corte fijo <sup>§</sup>	4934 Bb	4377 Bb	8222 Ba	5311 Bb	22844 B	562
Promedio estacional	5648 c	5522 c	10696 a	7974 b	29841	259
EEM <sup>†</sup>	531	421	694	555	1003	

<sup>AB,abcd</sup> Promedios con letra mayúscula diferente en una columna y letra minúscula diferente en una hilera, son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). <sup>♦</sup> Averages with different uppercase letters in a column and different lower case letters in a row are statistically different ( $p \leq 0.05$ ).

<sup>†</sup>EEM=error estándar de la media. <sup>§</sup>Corte fijo=otoño: 35, invierno: 42, y primavera-verano 28 días entre corte. <sup>♦</sup> standard error of the mean. <sup>§</sup>Fixed cutting = fall: 35 d, winter: 42 d, and spring-summer 28 d between cuttings.

fijo, respecto a cortes dependientes del porcentaje de luz interceptada. Independiente del tratamiento, los mayores rendimientos medios estacionales, en ambos años, se presentaron en primavera con 10,461 kg MS ha<sup>-1</sup> y los menores en otoño (5,915 kg MS ha<sup>-1</sup>) e invierno (5,585 kg MS ha<sup>-1</sup>). Tal comportamiento puede explicarse por la relación directa y estrecha entre el rendimiento del forraje y las temperaturas óptimas (22 °C) para el crecimiento de la especie en condiciones de campo (García *et al.*, 2014). Las temperaturas óptimas se presentaron en primavera (Figura 1), lo que benefició el crecimiento y productividad de *L. corniculatus*. En nuestro estudio, el comportamiento estacional es similar al rendimiento de forraje reportado por Scheffer *et al.* (2011) de cinco poblaciones de *L. corniculatus*, pero a diferencia en el comportamiento del corte fijo establecido en nuestro estudio, esos autores observaron que una alta frecuencia de corte aumenta el rendimiento. Además, Sbrissia *et al.* (2010) atribuyen estos cambios en el rendimiento a las condiciones ambientales en cada estación del año. Díaz *et al.* (1996) encontraron una distribución estacional en la producción de forraje de *L. corniculatus* de 49, 25, 14 y 12 % para primavera, verano, invierno y otoño, respectivamente, con 72 %

Optimal temperatures occurred in spring (Figure 1) benefitting *L. corniculatus* growth and productivity. In our study, seasonal behavior is similar to forage yield reported by Scheffer *et al.* (2011) of five populations of *L. corniculatus*, but unlike the behavior with fixed cutting established in our study, these authors observed that a high cutting frequency increases yield. Sbrissia *et al.* (2010) attribute these changes in yield to environmental conditions in each season of the year. Díaz *et al.* (1996) found a seasonal distribution of *L. corniculatus* forage production of 49, 25, 14 and 12 % for spring, summer, winter and fall, respectively, with 72% in spring-summer. According to Santiñaque and Battista (2003), there is an increase in yield of 45% at harvest intervals of 44 d, relative to that at 22-d intervals. For 45-d cutting intervals, García *et al.* (2014) observed an average forage yield of 7700 kg MS ha<sup>-1</sup>, and the genotype 202700 was the most productive of the 12 *L. corniculatus* genotypes evaluated. They also pointed out that accumulated production can be influenced by climate, management and the growing habit of the genotype.

Accumulated forage yield of *L. corniculatus* in function of the percentages of LI were not different

en primavera-verano. Según Santiñaque y Battista (2003), hay un aumento de 45 % en los intervalos de cosecha de 44 d, comparado con 22 d. Para un intervalo de corte de 45 d, García *et al.* (2014) observaron un rendimiento promedio de forraje de 7700 kg MS ha<sup>-1</sup>, y el genotipo 202700 fue el más productivo de los 12 genotipos de *L. corniculatus* evaluados; también señalaron que la producción acumulada puede estar influenciada por el clima, manejo y el hábito de crecimiento del genotipo.

El rendimiento acumulado de forraje de *L. corniculatus* en función de los porcentajes de LI no tuvo diferencias ( $p > 0.05$ ), en contraste, Da Silva y Nascimento, (2007), Da Silva y Hernández, (2010); Mattera *et al.* (2013) indicaron que las especies forrajeras se deben cosechar al 95 % de interceptación de luz, siempre y cuando la densidad de plantas sea competitiva. Al respecto, Rojas *et al.* (2016) en alfalfa (*M. sativa* L.) registraron el 95 % de luz interceptada sólo en verano, explicada por la baja densidad de plantas, debido al tiempo de establecimiento de la pradera. Además, Mattera *et al.* (2013) encontraron que el 95 % de interceptación de luz en alfalfase alcanza en primavera al combinar distancias entre plantas de 10, 15, 20, 25 y 30 cm, mientras que en verano e invierno solo se presenta en densidades de 10 y 15 cm.

### Composición botánica y morfológica

La pradera tuvo un porcentaje mínimo de malezas con promedio anual de 4 % en ambos años (Cuadro 2). Al respecto, Teixeira *et al.* (2007) mencionaron que la presencia de malezas en una pradera puede aumentar con el tiempo, por efecto de la frecuencia de corte. Dentro de los componentes morfológicos, la hoja aportó más al rendimiento con promedio anual de 17247 kg MS ha<sup>-1</sup> (58 %), seguida por el tallo (31 %) y el material muerto (7 %). Tal comportamiento puede resultar del acelerado ritmo de crecimiento de la hoja y el tallo, favorecidos por las condiciones ambientales como el fotoperíodo, la temperatura y la humedad (Difante *et al.*, 2009).

En ambos años, el tratamiento con 95 % de luz interceptada tuvo mayor cantidad de hoja, 19 240 kg MS ha<sup>-1</sup> en promedio, y el corte fijo con la menor cantidad de hojas y también de tallos con 14 634 y 7090 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente ( $p \leq 0.05$ ) en relación a los otros tratamientos (Cuadro 2). Estos resultados son similares a los indicados por Giacomini *et al.*

( $p > 0.05$ ), unlike the findings of Da Silva and Nascimento, (2007), Da Silva and Hernández, (2010). Mattera *et al.* (2013) indicated that forage species should be harvested at 95 % intercepted light, but only when plant density is competitive. In this respect, Rojas *et al.* (2016) in alfalfa (*M. sativa* L.) recorded 95 % intercepted light only in summer; this was explained by the low plant density due to the time of establishment of the pasture. Mattera *et al.* (2013) also found that 95 % intercepted light in alfalfa is achieved in spring when combining distances between plants of 10, 15, 20, 25 and 30 cm, while in summer and winter only densities of 10 and 15 cm are present.

### Botanical and morphological composition

The percentage of weeds in the pasture was low, 4 % annual average, in both years (Table 2). In this respect, Teixeira *et al.* (2007) mentioned that the presence of weeds in a pasture can increase over time as an effect of cutting frequency. Among the morphological components, leaves contributed most to yield with an annual average of 17 247 kg MS ha<sup>-1</sup> (58 %), followed by stems (31%) and dead matter (7 %). This behavior can result from the accelerated rhythm of leaf and stem growth favored by environmental conditions such as photoperiod, temperature and humidity (Difante *et al.*, 2009).

In both years, the treatment with 95 % intercepted light produced the largest amount of leaf, 19,240 kg MS ha<sup>-1</sup> on average, and the fixed cutting had the lowest amount of leaf and also of stem, 14,634 and 7,090 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectively ( $p \leq 0.05$ ), relative to the other treatments (Table 2). These results are similar to those of Giacomini *et al.* (2009), who evaluated *B. brizantha* cv. Marandu at intercepted light of 95 % and 100 % and two cutting intensities (10 and 15 cm); they found a larger quantity of leaf at 95 % intercepted light at a height of residual forage of 10 cm. In our study, dead forage was not different ( $p > 0.05$ ) among treatments during the first year. In the second year, the highest values were recorded with 100 % intercepted light and the lowest at 95 % intercepted light and fixed cutting. This indicates that the optimal harvest time is when intercepted radiation is at 95 %, which produced the best quality forage and, based on the lowest quantity of dead matter, the highest yield (Table 1, year 2)

**Cuadro 2. Rendimiento anual de forraje, por componente botánico y morfológico, de *L. corniculatus*, genotipo 202700, en función del porcentaje de luz interceptada (LI) y un corte fijo definido estacionalmente.**  
**Table 2. Annual forage yield, by botanical and morphological component, of *L. corniculatus*, genotype 202700, in function of percentages of intercepted light (LI) and one fixed cutting defined seasonally.**

LI (%)	Hoja	Tallo	Material muerto	Maleza	EEM <sup>†</sup>
Año 1 (2014 – 2015)					
90	16435 BCa	9389 ABb	3161 Ab	1333 Ad	477
95	18858 Aa	10418 Ab	1977 Ac	1020 Ac	691
100	17335 Aba	10919 Ab	3598 Ac	1383 Ad	749
Corte fijo <sup>§</sup>	14504 Ca	8386 Bb	2208 Ac	2582 Ac	1042
Promedio	16783 a	9778 b	2736 c	1579 c	430
EEM <sup>†</sup>	847	669	790	593	
Año 2 (2015 – 2016)					
90	18788 Aba	10387 Ab	1976 ABc	132 Ad	458
95	19622 Aa	12091 Ab	1178 Bc	809 Ac	1010
100	17674 Ba	10816 Ab	2833 Ac	211 Ad	477
Corte fijo <sup>§</sup>	14763 Ca	5794 Bb	979 Bc	1308 Ac	574
Promedio	17712 a	9772 b	1741 c	615 d	
EEM <sup>†</sup>	470	762	379	724	

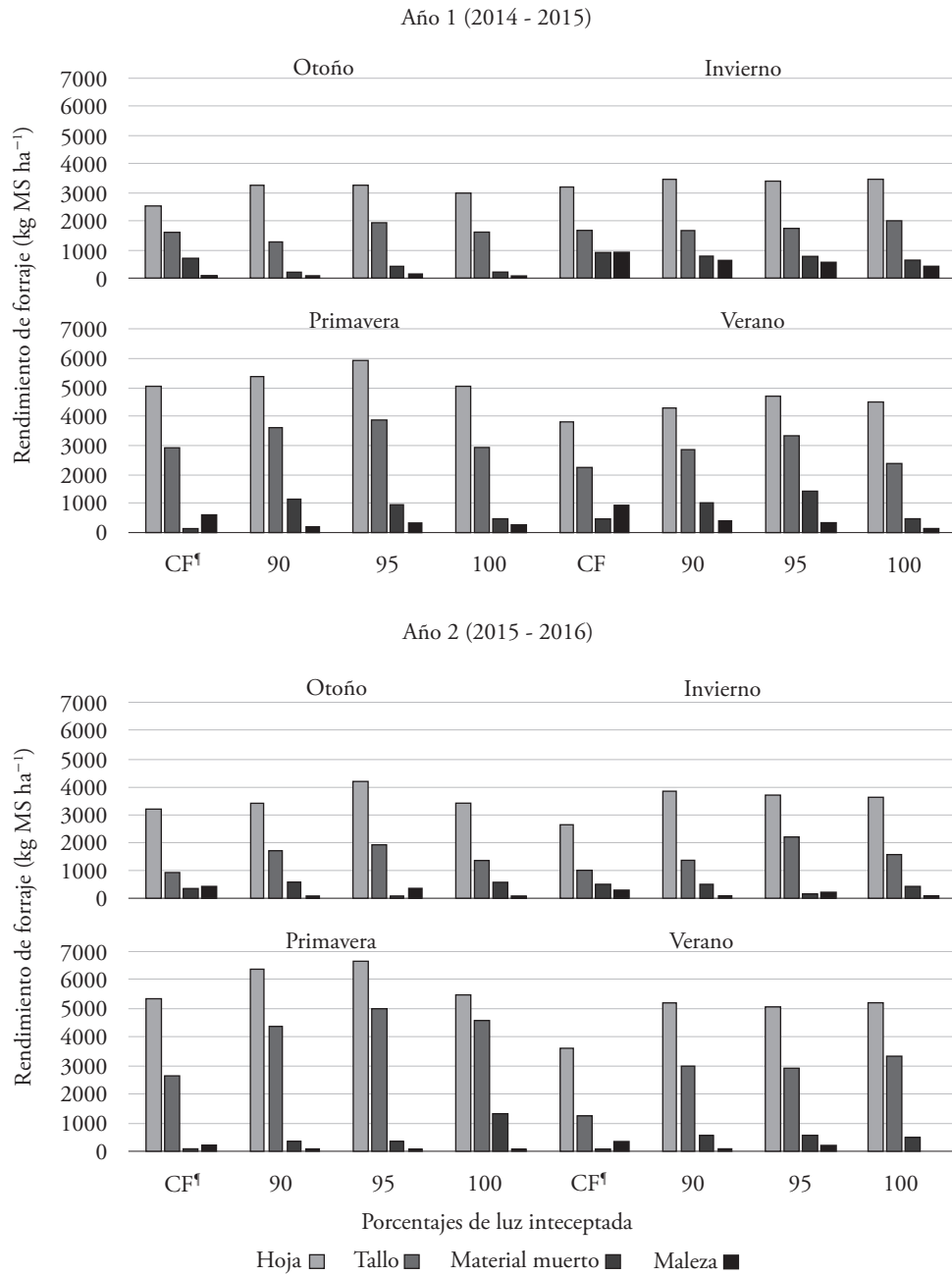
ABC,abc Promedios con letra mayúscula diferente en una columna y letra minúscula diferente en una hilera son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). <sup>†</sup>EEM=error estándar de la media. <sup>§</sup>Corte fijo=otoño: 35, invierno: 42, y primavera-verano: 28 d entre corte. <sup>♦</sup> Averages with different upper case letters in a column and different lower case letter in a row are statistically different ( $p \leq 0.05$ ). <sup>†</sup>EEM = standard error of the mean. <sup>§</sup>Fixed cutting= Fall: 35 d, winter: 42 d, and spring-summer: 28 d between cuttings.

*al.* (2009), quienes evaluaron *B. brizantha* cv. Marandu a intercepciones de luz de 95 y 100 % y dos intensidades de corte (10 y 15 cm) y encontraron una mayor cantidad de hoja a 95 % de intercepción luminosa, a una altura de forraje residual de 10 cm. En nuestro estudio, el forraje muerto no fue diferente ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos durante el primer año; en el segundo año los valores mayores se registraron a 100 % de luz interceptada, y el menor a 95 % de luz interceptada y corte fijo. Lo anterior indica que el momento óptimo de cosecha es a 95 % de radiación interceptada, por registrar mejor calidad de forraje, basada en una menor cantidad de material muerto, mayor rendimiento (Cuadro 1, año 2) y mayor cantidad de hoja (Cuadro 2), similar a lo reportado por Montagner *et al.* (2012). Además, la presencia mínima de material muerto o senescente en el corte fijo se puede deber a que la planta no alcanzó su momento fisiológico óptimo de cosecha, y una mayor cantidad de luz penetró al interior de la pradera (Matthew *et al.*, 2000), lo que causó una mayor producción de material verde, hojas y tallos, pero con menor peso de estos últimos (Villegas *et al.*, 2004).

Según la época del año, la hoja fue el componente que más aportó al rendimiento de forraje (Figura 2). El rendimiento estacional mayor y menor

and the largest amount of leaf (Table 2), similar to the results reported by Montagner *et al.* (2012). Moreover, the minimal presence of dead or senescent matter in the fixed cutting could be because the plant did not reach its optimal physiological moment for harvesting and more light penetrated into the pasture (Matthew *et al.*, 2000), causing higher production of green matter, leaves and stems but of lower weight (Villegas *et al.*, 2004).

Depending on the season of the year, leaves were the component that most contributed to forage yield (Figure 2). The highest and the lowest seasonal yields were found in spring and fall-winter, respectively, with 5813 and 3378 kg MS ha<sup>-1</sup>. The treatment with 95 % intercepted light and fixed cutting had yields of 6480 and 5177 kg MS ha<sup>-1</sup>. These results indicate effects of season and of the treatments on production of leaves, influenced by the environmental conditions during the study (Figure 1). Moreover, the highest and the lowest quantities of stems were produced during spring and winter, with seasonal averages of 3814 and 1612 kg MS ha<sup>-1</sup>. In this respect, Sbrissia *et al.* (2010) mention that the production of stems changes in function of the seasonal variations in quantity and quality of light that reaches the pasture, precipitation and temperature. Regarding dead



**Figura 2. Composición botánica y morfológica de *L. corniculatus*, genotipo 202700, en función de los porcentajes de luz interceptada y un corte fijo (CF<sup>f</sup>) definido estacionalmente (otoño: 35, invierno: 42 y primavera-verano 28 d entre corte).**  
**Figure 2. Botanical and morphological composition of *L. corniculatus*, genotype 202700, in function of percentages of intercepted light and one fixed cutting (CF<sup>f</sup>) defined seasonally (fall: 35d, Winter: 42 d and spring-summer 28 d between cuttings).**

se registró durante primavera y otoño-invierno con 5813 y 3,378 kg MS ha<sup>-1</sup>, el tratamiento con 95 % de luz interceptada y el de corte fijo tuvieron rendimientos de 6480 y 5177 kg MS ha<sup>-1</sup>. Estos resultados indican efectos de estación y de los tratamientos sobre la producción de hoja, influenciados por las condiciones ambientales durante el estudio (Figura

matter and weeds, there were no seasonal differences between the two years.

#### Plant height

There were differences among treatments applied and seasons of the year ( $p \leq 0.05$ ), except in summer



1). Además, la cantidad de tallos mayor y menor se presentó durante primavera e invierno, con promedios estacionales de 3814 y 1612 kg MS ha<sup>-1</sup>. Al respecto, Sbrissia *et al.* (2010) mencionaron que la producción de tallos cambia en función de las variaciones estacionales en la cantidad y calidad de luz que inciden sobre la pradera, la precipitación y la temperatura. En cuanto al material muerto y malezas, no hubo diferencias estacionales en ambos años.

### Altura de la planta

Hubo diferencias entre tratamientos aplicados y las estaciones del año ( $p \leq 0.05$ ), excepto en el verano del segundo año ( $p > 0.05$ ) (Cuadro 3). Las alturas promedio anuales mayores se registraron en 100 y 95 % de luz interceptada con 23 y 24 cm en el primer y segundo año, mientras que las menores alturas fueron en el corte fijo con 19 cm, en promedio, de ambos años. Estos resultados están relacionados con la edad de la planta porque a mayor porcentaje de luz interceptada la planta tuvo más días de rebrote (51 d, promedio de ambos años<sup>1</sup>), respecto al corte fijo (33 d, ambos años<sup>4</sup>), el cual siempre fue de edad menor, con cortes más frecuentes y afectó el rendimiento de forraje (Villegas *et al.*, 2006). Al respecto, Santos *et al.* (2004) señalaron que a una altura mayor corresponde un rendimiento de forraje mayor, pero Scheffer *et al.* (2011) relacionaron la altura y el rendimiento de *L. corniculatus*, con el hábito de crecimiento (erectos y postrados).

En el primer año las alturas mayores se registraron en primavera y verano con 24 cm y las menores en invierno con 18 cm; mientras que, en el segundo año, en primavera se presentó la altura mayor con 25 cm, y en otoño e invierno la menor, con 19 cm. Las alturas mayores de la planta se encontraron en las estaciones con las condiciones óptimas de humedad y temperatura para el mayor crecimiento y rendimiento de la especie (Figura 1). Estos resultados son similares a los reportados por García *et al.* (2014), al evaluar 12 genotipos de *L. corniculatus*. Además, según Marcelino *et al.* (2006) con condiciones adecuadas

of the second year ( $p > 0.05$ ). The highest average annual heights were recorded in 100 and 95 % intercepted light with 23 cm in the first year and 24 cm in the second, while the lowest heights were in the fixed cutting with an average of 19 cm in both years. These results are related to plant age because the higher the percentage of intercepted light the more the days of plant regrowth (51 d, average of the two years<sup>1</sup>), relative to fixed cutting (33 d, both years<sup>4</sup>), which was always at a younger age with more frequent cuttings, affecting forage yield (Villegas *et al.*, 2006). In this respect, Santos *et al.* (2004) pointed out that taller height means higher forage yield, but Scheffer *et al.* (2011) related height and yield of *L. corniculatus* to growth habit (erect and prostrated).

In the first year, the tallest heights were found in spring and summer with 24 cm and the shortest in winter with 18 cm, while in the second year, the tallest heights were found in spring with 25 cm and in fall and winter the shortest, with 19 cm. The tallest plants were found in the seasons with the conditions of humidity and temperature that were optimum for growth and yield of the species (Figure 1). These results are similar to those of García *et al.* (2014), who evaluated 12 genotypes of *L. corniculatus*. Also, according to Marcelino *et al.* (2006), with adequate conditions of photoperiod, temperature and humidity, forage plants have accelerated growth and change in height in different seasons (Difante *et al.*, 2009), correlating positively with forage yield (Da Silva and Nacimiento Jr., 2007), as occurred in our study.

Plant height can be associated with forage production (Hakl *et al.*, 2010). Moreover, production of *L. corniculatus* forage is related to height, but also to the growth habit of the genotype, with the lowest yields and heights in prostrated genotypes (García *et al.*, 2014). Height of the pasture gives an idea of the forage produced. Therefore, when calculating the equivalence of the highest average seasonal yields and of the treatments, each cm of height corresponds to 178 kg MS ha<sup>-1</sup> for spring and 184 kg MS ha<sup>-1</sup> for 95 % LI, averages of both years.

<sup>4</sup>Datos no presentados

**Cuadro 3. Altura media de la planta de *L. corniculatus*, genotipo 202700, en función del porcentaje de luz interceptada (LI) y un corte fijo definido estacionalmente.****Table 3. *L. corniculatus*, genotype 202700, mean plant height in function of percentage of intercepted light (LI) and one fixed cutting defined seasonally.**

LI (%)	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Promedio anual	EEM <sup>†</sup>
Año 1 (2014 – 2015)						
90	22 Ab	17 Cc	23 BCab	25 Aa	22 B	0.7
95	21 Ab	19 Bb	25 Ba	25 Aa	22 AB	0.8
100	16 Bc	21 Ab	28 Aa	26 Aa	23 A	0.6
Corte fijo <sup>§</sup>	22 Aa	15 Db	22 Ca	22 Ba	20 C	1.0
Promedio estacional	20 b	18 c	24 a	24 a	22	22
EEM <sup>†</sup>	0.6	0.3	0.7	0.6	0.2	
Año 2 (2015 – 2016)						
90	21 Aab	16 Bb	24 Ba	23 Aa	21 B	1.5
95	19 ABc	23 Ab	30 Aa	23 Ab	24 A	0.7
100	18 BCc	23 Ab	28 ABa	22 Ab	23 AB	0.8
Corte fijo <sup>§</sup>	17 Cb	13 Bc	19 Cb	23 Aa	18 C	1.1
Promedio estacional	19 c	19 c	25 a	23 b	21	21
EEM <sup>†</sup>	0.7	1.6	1.4	0.8	0.7	

ABC,abc Promedios con letra mayúscula diferente en una columna y letra minúscula diferente en una hilera, son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). EEM<sup>†</sup> = error estándar de la media. <sup>§</sup>Corte fijo = otoño: 35, invierno: 42, y primavera-verano 28 d entre corte. ♦ Averages with different upper case letters in a column and different lower case letter in a row are statistically different ( $p \leq 0.05$ ). EEM<sup>†</sup> = standard error of the mean. <sup>§</sup>Fixed cutting = Fall: 35 d, winter: 42 d, and spring-summer: 28 d between cuttings.

de fotoperiodo, temperatura y humedad, las plantas forrajeras aceleran su crecimiento y presentan cambio en la altura en las diferentes estaciones (Difante *et al.*, 2009), lo cual tiene una correlación positiva con el rendimiento de forraje (Da Silva y Nacimiento Jr., 2007), como sucedió en nuestra investigación.

La altura de la planta puede ser asociada con la producción de forraje (Hakl *et al.*, 2010). Además, la producción de forraje de *L. corniculatus* se relaciona con la altura, pero también con el hábito de crecimiento del genotipo, con los rendimientos y altura más bajas en genotipos postrados (García *et al.*, 2014). La altura de la pradera da una idea del forraje producido; por lo tanto, al calcular la equivalencia de los mayores rendimientos estacionales promedios y de los tratamientos, cada cm de altura correspondió a 178 kg MS ha<sup>-1</sup> para primavera y 184 kg MS ha<sup>-1</sup> para el 95 % LI, promedios de ambos años.

### Relación hoja:tallo

La relación promedio anual mayor de hoja:tallo se presentó en el corte fijo (Cuadro 4), seguido de 90, 95 y 100 % de intercepción luminosa, en ambos años. El corte fijo superó en 26 % (2.3 vs 1.7: 1) al

### Leaf: stem ratio

The highest annual average leaf:stem ratio occurred with fixed cutting (Table 4), followed by 90, 95 and 100 % intercepted light in both years. Fixed cutting surpassed the average of the treatments with 95 and 100 % LI by 26 % (2.3 vs 1.7: 1) in the first year, and in the second year by 39 % at 100 % LI (2.8 vs 1.7:1). In the fixed cutting treatment, the highest leaf:stem ratio was the result of more frequent cuttings (33 d yearly average<sup>5</sup>), which did not permit harvesting the species at its optimal moment, but rather in the phase of accelerated growth when the largest percentage of young leaves and less stem is found. Consequently, there was more light penetrating into the interior of the pasture (Barbosa *et al.*, 2011). Also, Montagner *et al.* (2012) mention that, after cutting, the quality and quantity of incidental light inside the pasture is altered by the cutting interval, which causes variations in the production of leaves and stems and, therefore, in the leaf:stem ratio.

The leaf:stem ratio in both years was different ( $p \leq 0.05$ ; Table 4) between seasons. It was higher in fall and winter, with 2.1:1 and 2.5:1 for the first and second years. The lowest values of the leaf:stem

**Cuadro 4. Relación hoja:tallo de *L. corniculatus*, genotipo 202700, en función del porcentaje de luz interceptada y un corte fijo definido estacionalmente.****Table 4. Leaf:stem ratio of *L. corniculatus*, genotipo 202700, in function of the percentage of intercepted light and one fixed cutting defined seasonally.**

LI (%)	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Promedio anual	EEM <sup>†</sup>
Año 1 (2014 – 2015)						
90	2.0 Aa	2.2 Aa	1.8 Aa	2.0 Aa	2.0 AB	0.30
95	1.9 Aab	2.0 Aa	1.6 Abc	1.4 Ac	1.7 B	0.14
100	1.9 Aa	1.9 Aa	1.5 Ab	1.5 Ab	1.7 B	0.32
Corte fijo <sup>§</sup>	2.7 Aa	2.4 Aa	2.0 Aa	2.1 Aa	2.3 A	0.47
Promedio estacional	2.1 a	2.1 a	1.7 b	1.8 b	1.9	0.09
EEM <sup>†</sup>	0.28	0.52	0.26	0.37	0.20	
Año 2 (2015 – 2016)						
90	2.6 Aba	2.9 Aa	1.5 Bb	1.8 Bb	2.2 B	0.28
95	2.4 Ba	2.3 ABa	1.3 Bb	1.7 Bb	2.0 BC	0.23
100	2.1 Ba	1.7 Bab	1.2 Bb	1.6 Bab	1.7 C	0.24
Corte fijo <sup>§</sup>	3.3 Aa	2.7 Abc	2.2 Ac	2.9 Aab	2.8 A	0.20
Promedio estacional	2.6 a	2.4 a	1.6 c	2.0 b	2.1	0.12
EEM <sup>†</sup>	0.27	0.25	0.15	0.20	0.11	

<sup>AB,abc</sup>Promedios con letra mayúscula diferente en una columna y letra minúscula diferente en un reglón son estadísticamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ). <sup>†</sup>EEM=error estándar de la media. <sup>§</sup>Corte fijo=otoño: 35, invierno: 42, y primavera-verano: 28 d entre corte. <sup>♦</sup>Averages with different upper case letters in a column and different lower case letter in a row are statistically different ( $p \leq 0.05$ ). <sup>†</sup>EEM = standard error of the mean. <sup>§</sup>Fixed cutting= Fall: 35 d, winter: 42 d, and spring-summer: 28 d between cuttings.

promedio de los tratamientos con 95 y 100 % de LI, en el primer año y en el segundo año con 39 % a 100% de LI (2.8 vs 1.7:1). En el corte fijo, la relación hoja:tallo mayor fue el resultado de cortes más frecuentes (33 d promedio anual<sup>‡</sup>), lo cual no permitió cosechar la especie en su momento óptimo, sino en la fase de crecimiento acelerado, donde se encuentra el mayor porcentaje de hojas jóvenes y poca cantidad de tallo; en consecuencia, hubo una mayor penetración de luz al interior de la pradera (Barbosa *et al.*, 2011). Además, Montagner *et al.* (2012) mencionan que, posterior al corte, la calidad y cantidad de luz incidente al interior de la pradera, es alterada por el intervalo de corte que causa variaciones en la producción de hojas y tallos y, por lo tanto, la relación hoja:tallo.

La relación hoja:tallo, entre estaciones, en ambos años, fue diferente ( $p \leq 0.05$ ; Cuadro 4). La relación hoja:tallo fue mayor en otoño e invierno con 2.1:1 y 2.5:1 para el primer y segundo años. En primavera se registraron los menores valores de la relación hoja:tallo, en ambos años, y fue diferente al verano solo en el segundo año ( $p \leq 0.05$ ). Estos resultados son

ratio were recorded in spring, in both years, and were different to summer only in the second year ( $p \leq 0.05$ ). These results are similar to those reported by Barbosa *et al.* (2011), who found a higher leaf:stem ratio in seasons when plant growth is slower (fall and winter), due to a higher density, but lower weight, of stems. Moreover, a lower leaf:stem ratio in spring and summer results from heavier individual stems (Villegas *et al.*, 2004). In this respect, Giacomini *et al.* (2009) mention that translocation of assimilates, from leaves to stems, is greater in spring and summer, resulting in heavier stems. The proportion of leaf relative to stem was higher in all seasons and treatments, with an average of 1.9:1 (first year) and 2.1:1 (second year).

## CONCLUSIONS

The best productive performance of the *Lotus corniculatus* genotype 202700 was obtained with the percentages of intercepted light, marking differences with fixed cutting. Nevertheless, with 95 % LI, the largest quantity of leaves, mainly in spring, was

<sup>‡</sup>Datos no presentados.

similares a los reportados por Barbosa *et al.* (2011), quienes encontraron una relación hoja:tallo mayor en estaciones donde el crecimiento en las plantas es menor (otoño e invierno), debido a una mayor densidad de tallos, pero de menor peso; además, una relación hoja:tallo menor en primavera y verano resulta de un peso individual de tallos mayor (Villegas *et al.*, 2004). Al respecto, Giacomini *et al.* (2009) mencionan que la translocación de asimilados, de las hojas hacia los tallos, es mayor en primavera y verano, lo cual resulta en un mayor peso de estos. La proporción de hoja respecto al tallo fue mayor en todas las estaciones y tratamientos, con un promedio de 1.9:1 (primer año) y 2.1:1 (segundo año).

## CONCLUSIONES

El mejor comportamiento productivo del genotipo 202700 de *L. corniculatus* se presentó en los porcentajes de luz interceptada, marcando diferencias con el corte fijo, no obstante, con 95 % LI se produjo la mayor cantidad de hoja, principalmente en primavera, por lo que se puede definir este último como la mejor estrategia de manejo. Pero en un corte fijo la especie registró menos rendimiento. La producción de forraje en nuestro estudio es diferente a la observada en otras partes del mundo y se debe investigar bajo los distintos tipos de ambientes en México.

## LITERATURA CITADA

- Barbosa, R. A., D. Nascimento Jr., H. H. Vilela, S. C. Da Silva, V. P. Batista-Euclides, A. F. Sbrissia, and B. S. Da Lana. 2011. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. *Rev. Bras. Zootec.* 40: 947-954.
- Beuselink, P. R., and F. W. Grant. 1995. Birdsfoot trefoil. In: Barnes R. F., H. Brown A., and J. Crawford D. Forages, an Introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University. pp: 237-248.
- Castro B., M. R. 2006. Elaboración de Material Curricular para la Práctica Básica de Estudiantes de Medicina Veterinaria de la Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia-Chile. 144 p.
- Da Silva S., C., and D. Nascimento Jr. 2007. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Rev. Bras. Zootec.* 36: 121-138.
- Da Silva S., C., y A. Hernández G. 2010. Manejo de Pastoreo en Praderas Tropicales. Forrajes y su Impacto en el Trópico. 1ra Edición. México. Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). pp: 43-62.
- Díaz L., J. E., J. García A., y M. Rebuffo. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. I.N.I.A (ed). Serie Técnica 71: 12.
- Difante G., S., D. Nascimento Jr., C. Da Silva S., V. P. Bautista E., A. de Moura Z., and B. Adese. 2008. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* 37: 89-196.
- Difante G., S., D. Nascimento Jr., V. P. Batista E., S. C. Da Silva., R. Amarin B., and W. Velásquez G. 2009. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. *Rev. Bras. Zootec.* 38: 9-19.
- García E. 2004. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ª. Edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 217 p.
- García B., DV., J de D. Guerrero R., G. García de los S., y S. A. Lagunes R. 2014. Rendimiento y calidad de forraje de genotipos de *Lotus corniculatus* L., en el Estado de México. *Nova Scientia.* 7: 170-189.
- Giacomini, A. A., S. C. Da Silva, D. O. de L. Sarmiento, C. V. Zeferino, S. J. Souza Jr., J. K. Da Trindade, V. Del A. Guarda, and D. Nascimento Jr. 2009. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 66: 733-741.
- Grant, F. W. 2009. *Lotus corniculatus*. *Sci. Topics. Canada.* [http://www.scitopics.com/Lotus\\_corniculatus.html](http://www.scitopics.com/Lotus_corniculatus.html) (Consulta: septiembre 2016).
- Gunn, C. R., H. J. Wiersema, A. C. Ritchie, and H. J. Kirkbride. 1992. Families and general of spermatophytes recognized by the Agricultural Research Service. *Tech. Bull.* 1796: 476 p.
- Lagler J., C. 2003. *Lotus*: Un género que no acaba en dos especies. *Rev. Forrajes y Granos. Buenos Aires, Argentina.* pp: 72-76.
- Lemaire, G., and M. Agnusdei. 2000. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire G., J. Hodgson, A. de Morales, C. Nabinger, and C. de F Carvalho P. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology.* Wallingford: CAB International. pp: 265-288.
- Marcelino K., R. A., D. Nascimento Jr., S. Da Silva C., V. P. Euclides B., and D. Da Fonseca M. 2006. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *Rev. Bras. Zootec.* 35: 2243-2252.

—End of the English version—

-----\*-----

- Marley, C., L., R. Fychan, and R. Jones. 2006. Yield, persistency and chemical composition of *Lotus* species and varieties (birdsfoot trefoil and greater birdsfoot trefoil) when harvested for silage in the UK. *Grass Forage Sci.* 61: 134-145.
- Mattera, J., L. A. Romero, A. L. Cuatrín, P. S. Cornaglia, and A. A. Grimoldi. 2013. Yield components, light interception and radiation use efficiency of lucerne (*Medicago sativa* L.) in response to row spacing. *Europ. J. Agron.* 45: 87-95.
- Matthew, C., G. S. Assuero, K. C. Black, and H. N. R. Sackville. 2000. Tiller dynamics of grazed swards. *In: Lemaire G., J. Hodgson, A. de Moraes C., Nabinger C., de F Carvalho P.* Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Wallingford: CABI Publishing. pp: 127-150.
- Montagner, D., B., D. Nascimento Jr., H. H. Vilela, B. M. Sousa, de L. V. P. B. Euclides, S. C. Da Silva, and M. N. Carlotto. 2012. Tillering dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. *Rev. Bras. Zootec.* 41: 544-549.
- Nabinger C., and S. Pontes L. 2001. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba. Anais. Piracicaba: SBZ.* 38: 755-771.
- Rojas G., A. R., A. Hernández G., S. Joaquín, C., S. I. Mendoza, P., J. D. Guerrero R., y J. L. Zaragoza, R. 2012. Comportamiento productivo y rendimiento de forraje de cinco variedades de alfalfa. 2da Reunión Internacional conjunta de manejo de pastizales y producción animal. Zacatecas, México. pp: 336-340.
- Rojas G., A. R., A. Hernández G., S. Joaquín C., M. de los A. Maldonado P., S. I. Mendoza P., P. Álvarez V., y B. M. Joaquín T. 2016. Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7: 1855-1866.
- Santiñaque F., H., y P. De Battista J. 2003. Niveles de agua y frecuencias de defoliación en el comportamiento de *Lotus corniculatus* L. *Agrociencia.* 7: 41-51.
- Santos P., M., A. Balsalobre M., and M. Corsi. 2004. Características morfogénicas e taxa de acúmulo de forragem do capim Mombaça submetido a três intervalos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* 33: 843-851.
- SAS, Institute. 2009. SAS/STAT<sup>®</sup> 9.2. User's Guide. Second Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.
- Sbrissia, A., F., S. C. Da Silva, O. L. D. Sarmento, L. K. E. F. Molan, M. Andrade, A. C. Goncalves, and A. V. Lupinacci. 2010. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. *Plant Eco.* 206: 349-359.
- Scheffer, B. M. S., R. Brustolin, and M. A. Dall. 2011. Performance of *Lotus corniculatus* L. genotypes submitted to cutting interval: subsidies to a breeding program. *Rev. Bras. Zootec.* 40: 1645-1650.
- Teixeira, E. I., M. J. Derrick, B. E. Hamish, and F. L. Andrew. 2007. The dynamics of lucerne (*Medicago sativa* L.) yield components in response to defoliation frequency. *Eur. J. Agron.* 26: 394-400.
- Villegas A., Y., A. Hernández-Garay, J. Pérez P., C. López C., J. G. Herrera H., J. F. Enríquez Q., y A. Gómez V. 2004. Patrones estacionales de crecimiento de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Téc. Pecu. Méx.* 42: 145-158.
- Villegas A., Y., A. Hernández-Garay, PA Martínez H., J. Pérez P., JG Herrera H., C. López C. 2006. Rendimiento de forraje de variedades de alfalfa en dos calendarios de corte. *Rev. Fitotec. Méx.* 29: 369-372.