

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



Efecto de la frecuencia e intensidad de corte en el rendimiento de
***Lotus corniculatus* L., en invierno**

Por:

ELIZABETH SÁNCHEZ QUEVEDO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, febrero de 2023.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de la frecuencia e intensidad de corte en el rendimiento de
***Lotus corniculatus* L., en invierno**

POR:

ELIZABETH SÁNCHEZ QUEVEDO

TESIS


Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

La cual fue revisada y aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Director



Dr. Filogonio J. Hernández Guzmán
Co-director

Saltillo, Coahuila, México, febrero del 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de la frecuencia e intensidad de corte en el rendimiento de

***Lotus corniculatus* L., en invierno**

POR:

ELIZABETH SÁNCHEZ QUEVEDO

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como

Requisito para obtener el título de:

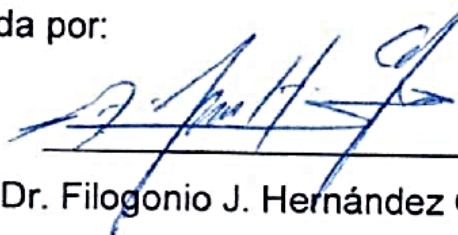
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



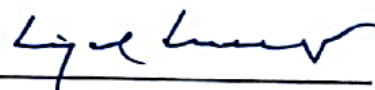
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Director



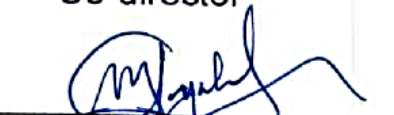
Dr. Filogonio J. Hernández Guzmán

Co-director



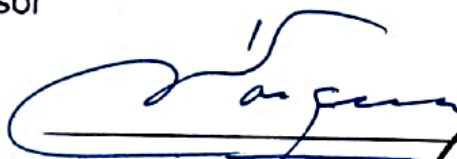
Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque

Asesor



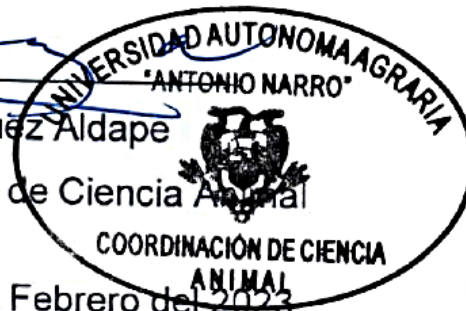
M.C. Myma J. Ayala Ortega

Asesora



Dr. Ricardo Vásquez Aldape

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México. Febrero del 2023

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, febrero 2023.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "Efecto de la frecuencia e intensidad de corte en el rendimiento de *Lotus corniculatus* L., en invierno" es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación de este, ni a un nuevo envío.

ELIZABETH SÁNCHEZ QUEVEDO

Nombre



Firma

AGRADECIMIENTOS

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante, por permitir tener tan buena experiencia dentro de mi universidad y por haberme otorgado una familia maravillosa quienes han creído en mí siempre.

A mi **familia, a mi madre Mariela Quevedo Medina** y a su compañero de vida **Mariano Chepetla** por su comprensión, apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y hacer todo lo posible para que yo pudiera estudiar una carrera.

A mi **“ALMA TERRA MATER”** por haberme aceptado como estudiante y por brindarme sus instalaciones para poder culminar mi carrera profesional. Es un gran orgullo haber formado parte de una de las mejores universidades del país.

Al **Dr. Perpetuo Alvares Vázquez**, quien me brindo su confianza para poder ser parte de uno de sus trabajos de investigación, por su dedicación, tiempo, motivación, amistad y paciencia para mí y todos sus tesisistas.

A mis coasesores; Al Dr. Filogonio J. Hernández Guzmán, Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque y a la M.C. Myrna J. Ayala Ortega, que hicieron valiosas aportaciones para que este trabajo se presentara lo mejor posible.

Al departamento de Recursos Naturales Renovables, por prestarme sus instalaciones durante este proceso. Así como a los trabajadores de campo, ya que de una u otra forma me brindaron su apoyo para la realización de este proyecto.

A mis amigos, Jennifer, Royer, Emmanuel, Iveth, Nayeli y Pilar, quienes han estado conmigo desde antes de iniciar mi carrera profesional, por su motivación, apoyo y los buenos y malos momentos que hemos compartido.

A mis amigos y compañeros tesisistas, Rafita, Oscar, Laureano, Abel, Ana, Shaday y Alan, por su motivación y apoyo en el trabajo de campo y laboratorio, así como los buenos momentos que pasamos trabajando y conviviendo juntos. A todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

A la Lic. Dora Fuentes, quien me brindo su confianza, su amor y comprensión durante mi estancia en el internado Miguel Hidalgo.

DEDICATORIA

A mi mamá Mariela Quevedo Medina

Te dedico mi trabajo de tesis con mucho amor por ser la mejor madre y padre, y darme todo tu apoyo incondicional, porque siempre nos has puesto como prioridad a mí y a mis hermanos, aunque has pasado por momentos difíciles siempre nos mostraste el ejemplo de la fuerza y superación, gracias a ti hoy se vuelve realidad lo que antes solo era ilusión, ¡mi triunfo es tuyo!

A mis hermanos y sobrina

Ustedes han sido unos de los pilares más importantes de mi vida, han sido una motivación para mí y siempre me han apoyado con todo lo que tienen a su alcance.

A todos mis familiares

A todos quienes han estado apoyándome con sus oraciones y alentándome para que yo pudiera terminar esta etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 Objetivo general	2
1.1.2 Objetivos particulares	2
1.2 HIPÓTESIS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Descripción de trébol pata de pájaro (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	3
2.1.1 Origen	3
2.1.2 Clasificación taxonómica	3
2.1.3 <i>Lotus corniculatus</i> L. como forraje	4
2.1.4 Descripción morfológica	5
2.2 Comportamiento a factores edáficos y climáticos	6
2.2.1 Acidez del suelo	6
2.2.2 Suelos pobres	6
2.2.3 Humedad	7
2.2.4 Luz	7
2.2.5 Temperatura	8
2.3 Frecuencia e intensidad de cosecha	8
2.3.1 Frecuencia de corte	9
2.3.2 Intensidad	10
2.4 Factores que afectan el rebrote en los forrajes	10
2.4.1 Reserva de carbohidratos	11
2.4.2 Área foliar	11
2.4.3 Meristemos de crecimiento	12
2.5 Taninos condensados	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización y descripción del sitio experimental	15
3.2 Condiciones meteorológicas	15
3.3 Material genético	16

3.4 Tratamientos y diseño experimental	16
3.5 Manejo de las unidades experimentales	17
3.6 Variables evaluadas.....	17
3.6.1 Rendimiento de forraje	17
3.6.2 Composición morfológica	17
3.6.3 Relación hoja:tallo (R:H/T).....	18
3.6.4 Peso de hoja por tallo y peso de tallo individual	18
3.6.5 Área foliar por tallo.....	19
3.6.6 Altura de planta.....	19
3.7 Análisis estadístico	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1 Rendimiento de forraje.....	21
4.2 Composición Morfológica.....	23
4.3 Relación hoja:tallo.....	28
4.4 Paso de hoja por tallo	29
4.5 Peso de tallo individual	31
4.6 Área foliar.....	32
4.7 Altura de planta.....	33
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. LITERATURA CITADA	36
VII. ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de las especies forrajeras de clima templado según la concentración de taninos presentes en su composición.....	13
Cuadro 2. Rendimiento de materia seca (g MS planta ⁻¹) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.....	23
Cuadro 3. Relación hoja-tallo (R:H/T) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en invernadero.	29
Cuadro 4. Peso seco de hoja (PH) (g MS hoja tallo ⁻¹) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en invernadero.....	30
Cuadro 5. Peso seco de tallo (PT) (g MS tallo ⁻¹) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.	32
Cuadro 6. Área foliar (cm ² tallo ⁻¹) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.	33
Cuadro 7. Altura (cm) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.	34
Cuadro 8. Rendimiento de materia seca (g MS planta ⁻¹) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes (IC) en invierno, en condiciones de invernadero.....	43
Cuadro 9. Aportación de los componentes morfológicos (g MS ha ⁻¹) de <i>Lotus corniculatus</i> L.) a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de corte (IC) en invierno en condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.	44
Cuadro 10. Porcentajes de aportación de los componentes morfológicos al rendimiento de forraje de <i>Lotus corniculatus</i> L.) a diferentes frecuencias de corte	

(FC) e intensidades de corte (IC) en invierno en condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.....	45
Cuadro 11. Relación hoja-tallo (R:H/T) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes (IC) en invierno, en condiciones de invernadero.	46
Cuadro 12. Peso de hoja (g MS planta ⁻¹) y Peso de tallo (g MS planta ⁻¹) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes (IC) en invierno, en condiciones de invernadero.	47
Cuadro 13. Área foliar (AFT) (cm ² tallo ⁻¹) de Trébol pata de pájaro (<i>Lotus corniculatus</i> L.), sometido a diferentes frecuencia e intensidades de corte, cosechado en invierno, bajo condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México. .	48
Cuadro 14. Altura (AP) (cm) de <i>Lotus corniculatus</i> L., sometido a diferentes frecuencias e intensidades de cortes, en invierno, bajo condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferencias morfológicas entre <i>Lotus tenuis</i> y <i>Lotus corniculatus</i> (Fuente: Ayala y Carambula, 2009).....	6
Figura 2. Medias semanales máximas y mínimas de las temperaturas, así como de la humedad (SensorBlue WS08 Smart Hygrometer Thermometer).....	15
Figura 3. Estructura de una planta de <i>Lotus corniculatus</i> L. a diferentes intensidades de corte (Modificado de Ayala y Carábula, 2009).	16
Figura 4. Composición morfológica (g MS planta ⁻¹) de trébol pata de pájaro (<i>Lotus corniculatus</i> L.) a tres frecuencias de cosecha: corte temprano (CTE= 11 semanas), corte medio (CME = 12 semanas) y corte tardío (CTA = 13 semanas) y tres intensidades de corte (3, 6 y 9 cm), en invierno, en condiciones de invernadero. MM = Material muerto.	26
Figura 5. Composición morfológica (%) de trébol pata de pájaro (<i>Lotus corniculatus</i> L.) a tres frecuencias de cosecha: corte temprano (CTE= 11 semanas), corte medio (CME = 12 semanas) y corte tardío (CTA = 13 semanas) y tres intensidades de corte (3, 6 y 9 cm), en invierno, en condiciones de invernadero. MM = Material muerto.....	27

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la frecuencia e intensidad de corte sobre la productividad de *Lotus corniculatus* L. en invierno en condiciones de invernadero. La especie fue sometida a tres frecuencias de corte (FC); corte temprano (CTE), corte medio (CME) y corte tardío (CTA), y tres intensidades de corte (IC) a 3, 6 y 9 cm. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de forraje (RF), composición morfológica (CM), relación hoja:tallo (R:H/T), peso de la hoja (PH) y peso por tallo (PT), área foliar por fallo (AFT) y altura de la planta (AP). Se registraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre frecuencias de corte y altura de corte. Los mayores valores promedios se registraron en el CME y CTA con 8.2 y 8.5 g MS planta⁻¹, respectivamente, superiores al CTE (6.5 g MS planta⁻¹). Mientras que las intensidades fueron superiores al cosechar la especie a los 3 y 6 cm (8.7 y 8.6 g MS planta⁻¹), menores a 9 cm con 6.0 (g MS planta⁻¹). En la CM, la hoja fue la que presentó mayor porcentaje en comparación con los demás componentes, siendo la IC a 3 cm mayor en todas la FC 76 (CTE), 74 (CME) y 77 % (CTA), pero en la composición en g MS planta⁻¹ el CTA con IC a 6 cm sobresalió con 6.9 g MS planta⁻¹. En la R:H/T se encontró diferencias ($p < 0.05$) entre las tres frecuencias de corte CTE, CME y CTA con valor promedio a 3.1, 2.8 y 2.5 respectivamente, el CTE mostró el mayor valor de 3.4 a una IC de 9 cm. El CTA presentó los mayores valores para PH la IC a 3 cm siendo la más alta con 0.15 g MS planta⁻¹, de la misma manera para el PT. Sin embargo, la que resaltó fue la IC a 6 cm (0.07 g MS planta⁻¹). En cuanto al AF el mayor valor fue CTA a una IC de 9 cm, así mismo para la AP (22.4 cm). En conclusión, el rendimiento fue afectado por la frecuencia de un corte temprano para todas las intensidades, sin embargo, también disminuyó a los 9 cm, para las tres frecuencias. La hoja fue el componente que más aportó al rendimiento con más del 68%.

Palabras claves: *Lotus corniculatus*, frecuencia de corte, intensidad de corte, rendimiento de forraje, composición morfológica.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the frequency and intensity of cutting on the productivity of *Lotus corniculatus* L. genotype 255301 in winter under greenhouse conditions. This legume was subjected to three cutting frequencies (CF) early cut (CTE), medium cut (CME) and late cut (CTA), and three cut intensities (CI) at 3, 6 and 9 cm. The variables evaluated were; forage yield (FY), morphological composition (MC), leaf:stem ratio (R:H/S), dry weight of the leaf and stem per plant (PSH and PST), leaf area index (LAI) and height of the plant (PH). Statistical differences ($p < 0.05$) existed between cutting frequencies and cutting height. The highest average values and with IC at 6 cm, were recorded when *L. corniculatus* was harvested at CME and CTA, with values of 8.2 and 8.5, 6.8 and 6.5 g DM plant⁻¹. In the CM, leaf presented the highest percentage compared to the other components, with the IC at 3 cm being higher in all the FC 76 (CTE), 74 (CME) and 77 (CTA) %, but In the composition in g DM plant⁻¹, CTA with IC at 6 cm was greater with 6.9 g DM plant⁻¹. In the R:H/T, differences ($p < 0.05$) existed between the three cutting frequencies CTE, CME and CTA with an average value of 3.1, 2.8 and 2.5 respectively, CTE showed the highest value with 3.4 at a CI of 9.0 cm. CTA had the highest values for PSH, the IC at 3 cm being the highest with 0.157 g DM plant⁻¹, in the same way for the PST. However, the highest value was of IC at 6 cm (0.071 g DM plant⁻¹). Regarding the LAI, the highest value was CTA at a CI of 6 cm, with CTA with the highest values, the same was true for AP. In conclusion, the forage yield was affected by CTE frequency for all cutting intensities; however, it also decreased in the IC at 9 cm for the three frequencies. Leaf was the component that contributed the most to forage yield with more than 68% of total biomass produced.

Key words: *Lotus corniculatus*, cutting frequency, cutting intensity, forage yield, morphological composition.

I. INTRODUCCIÓN

El ganado transforma el forraje que consume en carne, pieles y leche, que son productos de alta calidad proteica. El forraje de leguminosas tiene mayor contenido de proteínas y, por consiguiente, es de mejor calidad que el de las gramíneas (Enríquez *et al.*, 2020). La variedad de especies forrajeras es limitada y en gran parte, altamente dependiente de insumos agrícolas, en especial fertilizantes nitrogenados que restringen su productividad, por lo cual es importante investigar especies que garanticen disponibilidad de biomasa forrajera, de alto valor nutricional (Cárdenas, 2011), como la leguminosa *Lotus corniculatus* L. (Trébol “pata de pájaro”). Es una especie perenne que produce forraje de alta calidad comparable a la alfalfa (*Medicago sativa* sp. *Sativa*) y al trébol blanco (*Trifolium repens*), con la diferencia de que no provoca timpanismo. Esta característica hace que esta especie sea ideal para mejorar la dieta para los animales sin ningún riesgo de pérdida animal por timpanismo. Se adapta a suelos pobres donde la alfalfa no puede prosperar, principalmente en los salinos, ácidos y suelos delgados con restricciones de humedad (Kelman *et al.*, 1997). Además, presenta un contenido de taninos condensados, que pueden ser benéficos en el metabolismo de las proteínas en rumiantes. Esta leguminosa constituye una alternativa alimenticia económica y sostenible para rumiantes ubicados en ecosistemas de clima frío (Cárdenas, 2011). Es una leguminosa forrajera más sensible al manejo de defoliación por lo que cuando se sobrepastorea, la población de plantas disminuye de manera significativa (Rebuffo, 1991), sin embargo, el manejo de rebrotes es una técnica utilizada para producir biomasa después del primer ciclo de corte, evitando los costos de replantación (Sixto *et al.*, 2008). La intensidad y frecuencia de corte es un factor importante, conforme la defoliación es más severa, la tasa de rebrote disminuye, más aún si la frecuencia es tal que el área foliar resulta insuficiente para producir suficientes cantidades de reservas (Jiménez y Martínez, 1984). Con base lo anterior, en la presente investigación se establecieron los siguientes objetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- ✓ Evaluar el efecto de la frecuencia e intensidad de corte sobre la producción de forraje de *Lotus corniculatus* L. genotipo 255301 en invierno.

1.1.2 Objetivos particulares

- ✓ Determinar el rendimiento y sus componentes morfológicos del genotipo 255301 de *L. corniculatus* al variar la frecuencia e intensidad de corte.
- ✓ Evaluar la relación hoja:tallo, peso seco de la hoja por tallo y peso de tallo individual, área foliar por tallo y altura de planta, al variar la frecuencia e intensidad de corte sobre el genotipo 255301 de *L. corniculatus*.

1.2 HIPÓTESIS

- ❖ A una intensidad de corte a 6 cm y en una frecuencia de corte media se presentarán los mayores rendimientos de forraje y de sus componentes.
- ❖ Se obtendrán efectos diferentes en las variables área foliar, peso de hoja por tallo y en peso por tallo individual, debido a los diferentes intervalos e intensidades de corte.
- ❖ La hoja será el componente morfológico que más aporte realiza al rendimiento, seguida por el tallo, material muerto e inflorescencia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.)

2.1.1 Origen

El género *Lotus* abarca aproximadamente unas 200 especies, tanto perennes como anuales (Criado, 2014), tiene dos centros de origen principales, uno en el Mediterráneo hacia la zona desértica de África y áreas templadas de Asia, donde se encuentran mejor representadas las especies de importancia agronómica, y otro en el oeste de América del Norte (Muttoni, 2008). Por su origen europeo, esta especie se adapta principalmente a climas templados y fríos, aunque de igual forma crece en latitudes tropicales y subtropicales, además de ser apropiada para suelos que van desde arcillosos hasta arenosos, secos e inundados (García *et al.*, 2015).

2.1.2 Clasificación taxonómica

Según, USDA (2011) la clasificación taxonómica de *Lotus corniculatus* L. es la siguiente:

Reino: *Plantae*

Subreino: *Traqueobionta* – Plantas vasculares

División: *Magnoliophyta* – Plantas con flores

Clase: *Magnoliopsida* – Dicotiledóneas

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Fabales*

Familia: *Leguminosae* – Familia de los guisantes

Género: *Lotus*

Especie: *Lotus corniculatus*

Nombre científico: *Lotus corniculatus* L.

2.1.3 *Lotus corniculatus* L. como forraje

El uso de *L. corniculatus* en predios con esquemas intensivos de producción de forraje aumentó en forma considerable, esto se debe al amplio rango de adaptación a variadas condiciones de suelo con buenas producciones de forraje, ausencia de riesgo de meteorismo (Formoso, 1993), adaptación a condiciones adversas como el exceso de agua en invierno, así como malas condiciones de drenaje del suelo (Santacoloma *et al.*, 2017). Además, el *L. corniculatus* es un cultivo de gran tolerancia a la salinidad, acidez y a la baja fertilidad del suelo (Striker *et al.*, 2005).

De acuerdo con Ayala y Carámbula (2009), otras características benéficas del *L. corniculatus* son que soporta heladas y resiste sequías intensas, admite pastoreos frecuentes pero poco intensos y se beneficia con pastoreos rotativos controlados, también presenta la alternativa de diferir forraje de buena calidad para el invierno, acumulan el crecimiento otoñal y cuenta con una densidad de siembra de 4-10 kg/ha en mezclas y 10-12 kg/ha en siembras puras. Dentro de sus características nutritivas la proteína cruda oscila entre 17 y 26 %, su digestibilidad in vitro está en un rango entre 62 – 78 %, su contenido de fibra insoluble en detergente neutro (FDN) es de entre 17 y 48 %, y la concentración de taninos condensados oscila entre 0 y 4 % (Blumenthal *et al.*, 1993). Uno de los puntos en contra más importantes es el escaso vigor que tiene la plántula provocando un establecimiento dificultoso, un proceso lento de nodulación el cual coloca a las plántulas en condiciones similares a las gramíneas (Ayala y Carámbula, 2009).

2.1.4 Descripción morfológica

Las principales características morfológicas son:

Semilla: La semilla es redonda de 1 a 1.5 mm de diámetro, de color marrón a veces con punta violeta (Miñón *et al.*, 1900). Por su parte Ayala y Carámbula (2009) comentan que la semilla de esta especie en comparación con otras es más grande.

Raíz: De acuerdo con Dougall (1973), la raíz cuenta es pivotante vigorosa con numerosas ramificaciones laterales, además tiene una gran habilidad para estabilizar suelos por su raíz pivotante, estolonífera y fibrosa.

Tallo: Miden aproximadamente 50 cm y son macizos, de porte erecto decumbente o postrados, por otra parte, su hábito de crecimiento es a partir de una corona de la cual emergen los rebrotes que dan origen a nuevos tallos (Silveira, 2011), suele quedar en los 20 cm por su porte decumbente y rastrero (Sánchez, 2013).

Hoja: Compuestas por 5 folíolos, los 3 superiores obovados y los otros 2 inferiores ovales, semejantes a unas estípulas, con nervaduras poco visibles (Canals *et al.*, 2009).

Inflorescencia: es una umbela compuesta por varias flores de 1-12, sostenidas por un pedúnculo floral insertado en las axilas de las hojas superiores de los tallos (Ayala y Carámbula, 2009). Son de color amarillo o hasta rojas (Canals *et al.*, 2009).

Fruto: Según Menéndez (2006), el fruto es una legumbre de forma cilíndrica, más o menos recto, erecto, patente o ligeramente péndulo, de menos de 4 mm de grosor. Tiene la forma característica de una pata de pájaro. La legumbre contiene de 10 a 30 semillas y tiene un alto grado de dehiscencia en la madurez (Miñón *et al.*, 1990).

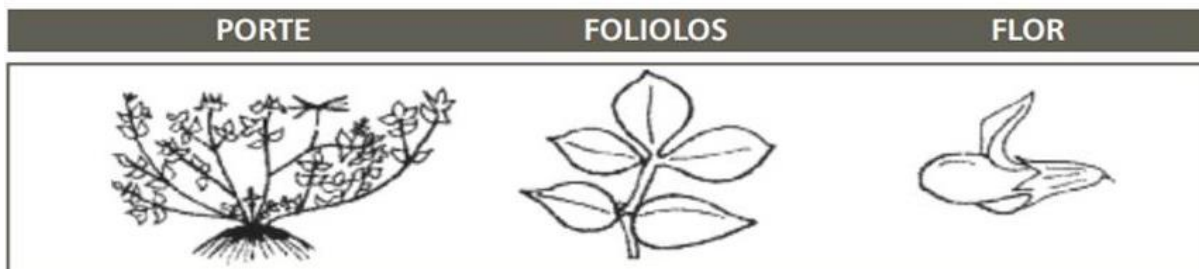


Figura 1. Diferencias morfológicas entre *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* (Fuente: Ayala y Carambula, 2009).

2.2 Comportamiento a factores edáficos y climáticos

2.2.1 Acidez del suelo

La acidez del suelo afecta de manera significativa la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Mientras que algunos nutrientes como P, K, Ca y Mg se vuelven menos disponibles a medida que la acidez aumenta, otros como Al, Mn y Zn su comportamiento es opuesto (Brady, 1974), de estos últimos nutrientes pueden resultar efectos nocivos por intoxicación (Edmeades *et al.*, 1991). Según Canals *et al.* (2009) esta especie tolera pH de 5.5 a 7.5. Además, presenta una menor absorción de dichos elementos tóxicos, así como una mayor eficiencia en la absorción del fósforo y en los mecanismos de transporte de este nutriente dentro de la planta a comparación de los géneros *Medicago* y *Trifolium* (Ayala y Carámbula, 2009).

2.2.2 Suelos pobres

Hace unos años se creía que el género *Lotus* era conveniente solo para suelos pobres y ácidos, y no se usaba en sistemas de producción intensiva de forraje con altos insumos, donde el género *Trifolium* era el más apropiado (Castillo, 2012). Sin embargo, la necesidad de aplicar sistemas sostenibles de producción de forraje que implicaban menores cantidades de insumos, en especial de fertilizantes, hizo que el género *Lotus* fuera una alternativa forrajera de valor por sus atributos agronómicos y

nutricionales (Cibils y Lorenzo, 2018). Esta especie es apropiada para suelos que van desde arcillosos hasta arenosos, secos e inundados (Jones y Turkington, 1986) y se adapta a suelos poco fértiles (Striker *et al.*, 2005).

Así mismo Striker *et al.* (2005), expone que *L. corniculatus*, se adapta a la salinidad, acidez, baja fertilidad y tierras agotadas a lo que Scott y Charlton (1983), afirman que estas especies, crecen bien en suelos de baja fertilidad, con problemas de disponibilidad de P y K, sin requerir de altas aplicaciones de éstos y otros elementos. A pesar de que los géneros *Lotus* se adaptan a suelos pobres, de igual manera necesitan disponer de cantidades adecuadas de algunos nutrientes como fósforo y potasio (Seaney y Henson, 1970), para un buen comportamiento, lo cual requirieren una cantidad mínima de ambos elementos.

2.2.3 Humedad

En condiciones de déficit de humedad, los forrajes adoptan cambios en su morfología y fisiología, como la expansión foliar, reducción en el crecimiento de los tallos, división celular, aparición de hojas y aceleración del proceso de senescencia y en consecuencia reducción en la producción de materia seca (Passioura, 1982). De acuerdo con Ramírez *et al.* (2006), las especies del género *Lotus* tienen ventajas en cuanto a su adaptación a condiciones adversas, como el exceso de agua en el suelo durante el invierno y malas condiciones de drenaje. En el mismo sentido, Artola (2004), afirma que este cultivo puede crecer en suelos “pesados” con excesos de humedad, adversos para cultivos como la alfalfa o demasiado secos como para el trébol blanco.

2.2.4 Luz

Lotus corniculatus se adapta a intensidades medias de luz, ya que las intensidades bajas de luz inhiben tanto el crecimiento de la parte aérea como la de las raíces, incrementa la relación tallo-hoja y disminuye el área foliar total de cada planta (Ayala y Carámbula, 2009). Según Zaragoza (2000), la variación estacional del

rendimiento de forraje depende de manera directa de la radiación solar, ya que durante el verano se lleva a cabo la mayor producción de fitomasa en climas templados, debido a que en esta estación la cantidad de radiación solar es mayor, y permite un mayor crecimiento de la planta, influyendo favorablemente sobre la fotosíntesis, lo que contribuye a una mayor producción de biomasa.

2.2.5 Temperatura

Esta especie se adapta principalmente a climas templados y fríos, aunque también crece en latitudes tropicales y subtropicales (Jones y Turkington, 1986). Carter *et al.* (1997), mencionan que las variables que más afectan la producción de forraje son la temperatura y la precipitación así mismo, el mejor crecimiento del *L. corniculatus* se da de los 18 a 25 °C; y su temperatura óptima de crecimiento es por encima de los 22 °C. Esto fue consistente con este experimento, encontrándose el mayor crecimiento del *L. corniculatus* por encima de los 18 °C. Por su parte, Jones y Turkington (1986), mencionan que las heladas aumentan la mortalidad de las plantas. Según García *et al.* (2015), el *L. corniculatus* resistió temperaturas de 32°C y temperaturas mínimas de -5 °C. La poca precipitación fue una limitante en la producción de materia seca y la altura de planta disminuye cuando las temperaturas son bajas. La producción de esta especie está influenciada por la temperatura media diaria y es factor determinante en el rendimiento de forraje (Halling *et al.*, 2004).

2.3 Frecuencia e intensidad de cosecha

La defoliación es una perturbación importante en las comunidades de plantas forrajeras, porque cambia los patrones de intercepción de la luz y de las relaciones de competencia entre plantas, debido al pastoreo selectivo, que afecta a la morfología de la caña de la macolla y, por lo tanto, en el crecimiento de los pastos (Duru y Ducrocq, 2000). Las respuestas provocadas por las plantas de pastoreo varían según el régimen de defoliación (intensidad y frecuencia), época del año y la etapa de desarrollo de la planta al momento de la defoliación (Schnellmann *et al.*, 2019)

Generalmente las respuestas de las plantas sometidas a diferentes alturas y frecuencias de corte o intensidad de defoliación son expresadas como rendimiento o producción. Aun así, este rendimiento no es más que el efecto de este factor de manejo sobre el crecimiento del forraje, determinado por la distribución de sus nutrientes derivados de la fotosíntesis vía los componentes aéreos (vástagos) y radicales (Yrausquin *et al.*, 1995). Por su parte, Santiñaque y Battista (2003), explican que las ventajas de los manejos intensos y poco frecuentes son relativas ya que aún en las mejores condiciones la población no alcanza a sobrevivir más de 4 años. La altura y la frecuencia de corte son dos factores importantes en la longevidad de las plantas por el efecto directo sobre los carbohidratos no estructurales totales o de reserva (CNET) (Becerra y Montero, 1992).

2.3.1 Frecuencia de corte

La frecuencia de utilización se refiere al estado de madurez de la vegetación cuando es cosechada, ya sea por la maquina o directamente por el animal; como las plantas forrajeras se utilizan varias veces en la temporada de crecimiento, el concepto se expresa normalmente como intervalo de tiempo transcurrido entre una y otra utilización o bien, el número de cortes realizados en una pradera en un periodo de tiempo determinado, generalmente en una estación o durante todo el año (Jiménez y Martínez, 1984; Ruiz, 1996).

Según Ruíz (1996) existen tres índices para referirse a este concepto:

Estado de madurez. Basado en la morfología (índice fenológico), las plantas pueden estar en estado vegetativo, pre-botón, botón, floración (diferentes grados). Este índice (especialmente la floración) tiene el inconveniente de que, en ciertas épocas, y por efecto del clima, la planta se desarrolla, pero sin florecer.

Altura de planta. Tiene relación con el estado de madurez, pero sólo dentro de ciertas condiciones específicas. En el caso del trébol rosado, solo sirve hasta cierto

estado de madurez, ya que, pasada cierta altura, la vegetación se tiende por su propio peso.

Días de desarrollo. Intervalo de tiempo entre cosecha.

2.3.2 Intensidad

Se le conoce como altura, intensidad o severidad de corte; hace referencia a la altura o proporción del forraje remanente después del corte (Jiménez y Martínez, 1984). Las alturas de corte están asociadas con la cantidad de follaje y yemas remanentes, sin embargo, a una misma altura de corte no todas las especies son igualmente afectadas, esto depende de su forma de crecimiento y la edad del follaje remanente (Becerra y Montero, 1992).

2.4 Factores que afectan el rebrote en los forrajes

El rebrote es el material nuevo que se acumula en el tiempo, sobre el nivel del suelo, después de una cosecha total o parcial (Hunt, 1990). En las plantas adultas, los nuevos rebrotes se originan en la base de la corona, dando lugar a tallos vigorosos. Sin embargo, el crecimiento puede continuar también desde las yemas de los propios tallos cuando se deja el forraje crecer muy alto. Este rebrote proveniente de tallos secundarios generalmente tiene menor vigor y tiende a desprenderse de los tallos viejos con mayor facilidad (Rebuffo, 2005). El efecto inmediato de una cosecha es la reducción de área foliar, por tanto, de la cantidad de luz interceptada, de las reservas de carbohidratos y del crecimiento de la raíz (Richards, 1993). Este proceso causa cambios substanciales en la economía del carbono y nitrógeno, en función de la proporción del área foliar removida y capacidad fotosintética del tejido foliar remanente (Lemaire, 2021). La acumulación de forraje disminuye conforme aumenta la frecuencia de cosecha, en especial en especies amacolladas (Davidson, 1968).

2.4.1 Reserva de carbohidratos

Las reservas de carbohidratos, constituidas en mayor proporción por almidón y en menor cantidad de glucosa, fructosa y sacarosa (Ferreira *et al.*, 2022). Son carbohidratos no estructurales que se almacenan en los órganos vegetativos y son la fuente primaria de energía para el rebrote en las especies forrajeras perennes (Bernal, 1976). Parte de los carbohidratos de reserva son almacenados en la raíz de las plantas, sin embargo, la forma y tamaño de la raíz entre y dentro de especies modifica la capacidad de almacenaje (Becerra y Montero, 1992). Después de una cosecha, el rebrote de las especies forrajeras ocurre por translocación de carbohidratos de raíces y base de tallos, a los meristemas de crecimiento, de esta forma, en algunas especies, los cortes severos reducen considerablemente la disponibilidad de carbohidratos, provocando una tasa de rebrote lenta (Hernández, 1996). La cantidad de carbohidratos de reserva usados en el rebrote, depende de la severidad de la cosecha, la capacidad fotosintética de las hojas remanentes y las condiciones ambientales para la fotosíntesis durante el crecimiento (Maroso *et al.*, 2007)

2.4.2 Área foliar

La producción y aparición de las hojas, son procesos fundamentales en el crecimiento y desarrollo de una planta, de tal forma que la tasa a la cual aparecen las hojas, es un componente del crecimiento de la hoja y está coordinada con la tasa de aparición de nuevos rebrotes. Se ha comprobado que la tasa de aparición de hojas disminuye, conforme se aumenta la temperatura por arriba de 25°C, por la disminución que sufre la tasa de aparición de hojas en cultivos templados como el trigo (Kirby y Perry, 1987). A medida que el IAF aumenta, menor es la cantidad de la luz que pueda llegar al suelo y mayor será la tasa de crecimiento. Cuando prácticamente toda la luz incidente es interceptada, la tasa de crecimiento es máxima y el IAF es óptimo. Puede ocurrir que la superficie de hojas sea excesiva. Por lo tanto, el IAF es superior al óptimo y las hojas basales no reciben suficiente luz. En estos casos, es común observar un

incremento en el amarillamiento y muerte de las hojas ubicadas en la base del tallo (Baguet y Bavera, 2001).

2.4.3 Meristemas de crecimiento

Se le conoce como meristemas de crecimiento a los tejidos embrionarios formados por células diferenciadas capaces de originar otros tejidos y órganos especializados, mediante divisiones continuas, para dar paso al rebrote (Briske, 1991). En leguminosas erectas, alfalfa, *Lotus*, trébol rojo, con patrones de crecimiento sincrónicos de la mayoría de sus tallos, presentan los meristemas nodales intercalares de los mismos activos desde las etapas iniciales de los rebrotes, razón por la cual, alargan continuamente sus entrenudos. En estas especies la realización de cortes no selectivos, por medios mecánicos dejando forrajes de 4 cm, retiran masivamente los meristemas axilares localizados por arriba del nivel de corte. La defoliación dependerá entonces, de los meristemas axilares remanentes y de los meristemas basales, así como de la energía disponible para los mismos (Formoso, 1996). En invierno, el primer crecimiento se produce mayormente a partir de las yemas basales de la corona, mientras que los rebrotes posteriores, se originan a partir de los meristemas axilares nodales residuales, que permanecieron en los entrenudos basales de los tallos remanentes (Smith, 1981).

2.5 Taninos condensados

Los taninos condensados (TC) son polifenoles con capacidad de reaccionar con macromoléculas y proteínas del forraje, según su concentración, estructura química y peso molecular. Se encuentran comúnmente en forrajes de la zona templada utilizadas en los sistemas de producción pastoril. La concentración en estas especies es muy variable: 0.01 a 10 % de la materia seca (MS). Sin embargo, en un rango de 2-4 % de la MS, mejoran el nivel nutricional productivo y sanitario en los animales que los consumen (Otero e Hidalgo, 2004). Además, Márquez y Suárez (2008), mencionan que producen efectos benéficos sobre el metabolismo de las proteínas en rumiantes,

porque reducen la degradación de la dieta proteínica en el rumen e incrementan la absorción de aminoácidos en el intestino delgado. La característica principal de los taninos es su capacidad para formar complejos reversibles con las proteínas.

Los factores que inciden en el contenido de los taninos condensados en las plantas son: la genética de la planta, la especie, el grado de madurez, la estación climática, la humedad, el estado de crecimiento, la luminosidad, el corte y la defoliación por los herbívoros (Norton, 1999).

Cuadro 1. Clasificación de las especies forrajeras de clima templado según la concentración de taninos presentes en su composición.

Especies	Concentración de taninos totales en la planta (% MS).
<i>Lotus grande (Lotus pedunculatus)</i>	5.0-7.7
Sulla (<i>Hedysarium coronarium</i>)	4.5
Trébol pata de pájaro (<i>Lotus corniculatus</i>)	2.0-4.7
Raigrás perenne (<i>Lolium perenne</i>)	0.8-1.0
Llantén (<i>Plantago lanceolata</i>)	0.8-1.0
Achicoria (<i>Cichorium intybus</i>)	<0.2
Holcus lanatus	<0.2
Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	<0.2
Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>)	0.17
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	0.05

Fuente. (Terrill y Col., 1992; Barry y McNabb, 1999).

Entre los efectos positivos, está la ganancia de peso, la producción de lana y la eficiencia reproductiva en ovinos, además de reducir el impacto del parasitismo gastrointestinal y la presentación de timpanismo. Los efectos negativos de los taninos condensados (>5%) se relacionan con la disminución del consumo de alimentos, debido a la reducción de la palatabilidad ocasionada por los efectos astringentes de estos compuestos en la saliva, lo cual afecta la digestión de los rumiantes con consecuencias negativas sobre el crecimiento de los animales (Márquez, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y descripción del sitio experimental

El experimento se realizó del 18 de febrero del 2022 al 01 de abril del 2022, en el invernadero del departamento de Recursos Naturales Renovables ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN), Buenavista, Saltillo, al sureste del estado de Coahuila, con las siguientes coordenadas 25° 23' de Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, a una altitud de 1,783 m.

3.2 Condiciones meteorológicas

En la Figura 2, se muestran las temperaturas y el porcentaje de humedad durante el periodo del experimento, los cuales fueron adquiridos con un smart higrómetro digital (SensorBlue WS08 Smart Hygrometer Thermometer) establecido dentro del invernadero. A lo largo del periodo experimental la máxima temperatura fue de 32 °C y una mínima de 3 °C. El mayor porcentaje de humedad fue de 98% y el menor de 9 %, siendo los meses de enero y febrero los que mostraron mayor humedad.

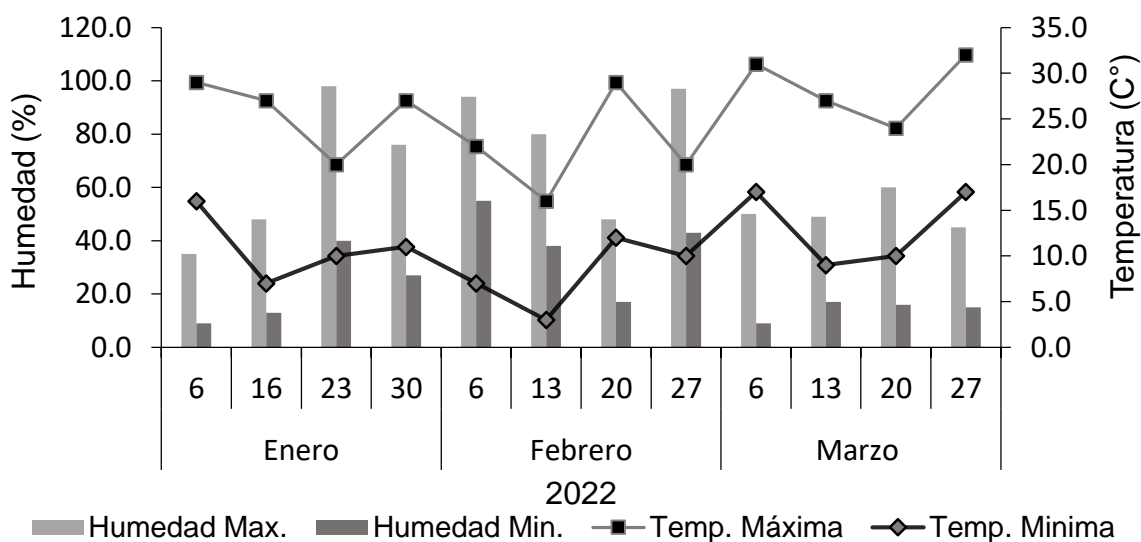


Figura 2. Medias semanales máximas y mínimas de las temperaturas, así como de la humedad (SensorBlue WS08 Smart Hygrometer Thermometer).

3.3 Material genético

Se utilizó el genotipo 255301 de la especie trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), el cual fue inicialmente donada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, con fines de experimentación, investigación y desarrollo para su adaptación en suelos de México. Posteriormente, fue obtenido de una elección de 12 genotipos establecidos en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.

3.4 Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos para *Lotus corniculatus* L. fueron las intensidades (IC) y frecuencias (FC) de corte durante el crecimiento en invierno. Se seleccionaron tres diferentes alturas las cuales fueron a 3, 6 y 9 centímetros arriba del suelo aproximadamente, como se muestra en la Figura 3. Además, se cosechó la especie en tres frecuencias de corte establecidas en base a la estación evaluada: corte temprano (CTE), corte medio (CTM) y corte tardío (CTA), con intervalos de 11, 12 y 13 semanas, respectivamente. El diseño experimental fue bloques al azar, con cuatro repeticiones, donde cada intensidad de corte contó con dos plántulas cosechadas a los diferentes intervalos de corte (CTE, CME y CTA).

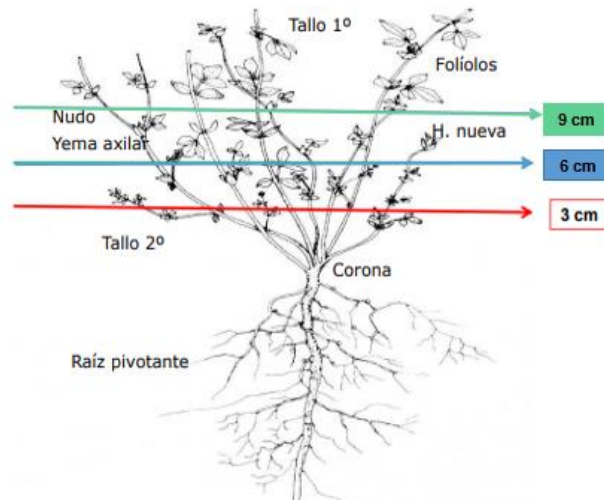


Figura 3. Estructura de una planta de *Lotus corniculatus* L. a diferentes intensidades de corte (Modificado de Ayala y Carámbula, 2009).

3.5 Manejo de las unidades experimentales

Fueron utilizadas 72 macetas con capacidad de 8 kg de sustrato elaborado con peat moos, perlita, vermiculita y tierra de monte en una relación 0.5:0.5:1.0, donde se estableció el *Lotus corniculatus* L. 255301 el 24 de septiembre de 2021 mediante el método asexual, estableciendo una planta por maceta, bajo condiciones de invernadero. Las macetas contaron con un riego controlado de 300 ml para cada una, administrado cada tercer día a capacidad de campo, con la finalidad de que la cantidad de agua no afectara las variables a evaluar.

3.6 Variables evaluadas

3.6.1 Rendimiento de forraje

Para determinar el rendimiento de forraje se cosechó el material vegetativo en cada una de las macetas, tomando en cuenta la altura de corte establecida (3, 6 y 9 cm) ubicadas en cada repetición e intervalo de corte correspondiente. Una vez obteniendo el forraje se colocó en bolsas de papel una para cada maceta, previamente etiquetadas por frecuencia e intensidad de corte, así como la repetición adecuada, consecutivamente fue sometida a una estufa de secado, durante 72 horas a una temperatura de 55 °C obteniendo un peso constante, estas muestras fueron pesadas en una báscula analítica. De esta manera se obtuvo el peso de la materia seca parcial, determinando el rendimiento por unidad de superficie (g MS planta⁻¹).

3.6.2 Composición morfológica

La composición morfológica (CM) se calculó, separando un 10% aproximadamente de la muestra utilizada para rendimiento de forraje, en los componentes, hoja, tallo, material muerto e inflorescencia. Posteriormente, se sometieron a una estufa de secado colocándose con su respectiva etiqueta a una temperatura de 55 °C durante 72 horas obteniendo un peso constante. Estas muestras

fueron pesadas con una báscula analítica, pesando cada componente botánico-morfológico, posteriormente se calculó la aportación al rendimiento de materia seca en g MS planta⁻¹ y porcentaje, de cada componente mediante las siguientes formulas:

$$CM (\%) = \frac{[\text{Peso total del componente}]}{\text{Peso total de la CM}} \times [100]$$

$$g \text{ MS planta}^{-1} = \frac{[g \text{ MS planta}^{-1} \text{ componente}^{-1}]}{g \text{ MS planta}^{-1}} \times [100]$$

3.6.3 Relación hoja:tallo (R:H/T)

Los datos originados a partir de la composición morfológica de hoja y tallo de cada planta se utilizaron para estimar la relación hoja:tallo (R:H/T), la cual se calculó con la fórmula siguiente:

$$R = \frac{H}{T}$$

Donde:

R= Relación hoja:tallo.

H = Peso seco del componente hoja (g MS planta⁻¹).

T = Peso seco del componente tallo (g MS planta⁻¹).

3.6.4 Peso de hoja por tallo y peso de tallo individual

Se calculó utilizando 10 tallos de cada planta, los cuales se separan por componente hoja y tallo, se colocó una etiqueta para mejor control y colocando las muestras en una estufa de secado a temperatura de 55 °C durante 72 horas obteniendo un peso constante, ambos componentes fueron pesados en una báscula analítica para mejores resultados, respectivamente registrados. Al final se sumaron los pesos de cada componente y se dividieron entre los 10 tallos.

3.6.5 Área foliar por tallo

Para obtener la medición de área foliar por tallo (AFT), se cortaron a nivel de la parte basal de la planta 10 tallos al azar, de acuerdo con la FC correspondiente, así como a las IC asignadas con sus respectivas repeticiones. Las hojas fueron separadas del tallo, colocadas en una hoja blanca tamaño carta previamente etiquetadas anexando una línea de referencia de 5 cm a un costado de la hoja, posteriormente se captura una fotografía de cada una. Para las fotografías de hojas, se abrió una fotografía en el software libre ImageJ (Versión 1.45) y se fijó una medida de referencia de tamaño para los análisis posteriores. Para ello, sobre la fotografía visible en la pantalla, se trazó con el ratón del computador una línea de referencia sobre la marca de 5 cm dibujada anteriormente sobre el papel. Luego se usaron secuencialmente los comandos Analyze> Set Scale> Known distance: 2, Unit of length: cm, Global scale. Para procesar imágenes se usaron los comandos: Process> Binary> Make binary. Cuando la imagen de la hoja no apareció negra sobre fondo blanco, se invirtió la imagen con los comandos Edit>invert. Para la medición de área se seleccionó la región de la hoja con la herramienta "Wand" y se utilizaron los comandos Analyze>Measure. Las fotografías se analizaron en el software ImageJ 1.45 (Rincón *et al.*, 2012). Se sumaron los resultados obtenidos por hoja y se dividió entre 10 para obtener el área foliar por tallo individual ($\text{cm}^2 \text{AF tallo}^{-1}$).

3.6.6 Altura de planta

Antes de realizar cada corte, se midió la altura de las plantas (AP) de acuerdo con el intervalo y altura de corte correspondiente del muestreo, se utilizó una regla graduada de 100 cm, de tal forma que la parte inferior de la regla graduada (0 cm) quedara a nivel del sustrato de la maceta, seleccionando el tallo más alto obteniendo así una altura por planta. Teniendo estos datos, posteriormente se calculó el promedio por cada altura de planta y repetición de la frecuencia de corte establecida.

3.7 Análisis estadístico

Para la comparación del efecto de la frecuencia e intensidad de corte sobre *Lotus corniculatus*, sobre las variables evaluadas, fue realizado un análisis de varianza (ANOVA) con un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones, mediante el procedimiento PROC GLM de SAS (Statistical Analysis System Versión 9.0 para Windows; SAS Institute, Cary NC. USA) y una comparación de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se utilizó el siguiente modelo.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + B_j + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor de la variable de estudio

μ = Media general de la población estudiada

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto de j -ésimo bloque

E_{ijk} = Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de forraje

En el Cuadro 2, se presentan los rendimientos de materia seca del genotipo 255301 de *L. corniculatus* L., sometido a diferentes FC e IC, en condiciones de invernadero en invierno. Se registraron diferencias estadísticas entre frecuencias de corte y altura de corte ($p < 0.05$). Los mayores valores promedios por FC y dentro de la IC a 9 cm, se registraron cuando la especie se cosechó a una frecuencia de corte de doce semanas (CME) y trece semanas (CTA), con valores de 8.2 y 8.5, 6.8 y 6.5 g MS planta⁻¹, respectivamente. Sin embargo, en la IC 6 cm el mayor fue en el CTA y en la IC 3 cm el CME 9.5 g MS planta⁻¹. Mientras que, los menores rendimientos se registraron en el CTE con un promedio de 6.5 g MS planta⁻¹, donde el CTA fue similar a este en la IC a 9 cm. Independientemente de la frecuencia de corte, los mayores rendimientos se registraron cuando la planta se cosechó a 3 y 6 cm de altura residual y el menor a 9 cm, con 8.7, 8.6 y 6.0 g MS planta⁻¹, respectivamente.

En *Lotus corniculatus* los datos de Alison y Hoveland (1989) muestran un fuerte incremento del rendimiento al aumentar la altura de 5 a 10 cm, especialmente cuando la frecuencia de corte fue de 6 semanas con respecto a 3 semanas. Estos autores encontraron, diferencias marcadas debidas a frecuencia y altura de cortes, entre variedades de *L. corniculatus* de diferentes hábitos de crecimiento. De acuerdo con Greub y Wedin (1971) afirman que no hay ninguna ventaja en cortar y pastorear *L. corniculatus* al bajar la altura de corte, tanto como en el corto como en el largo plazo, cortes a 3,8 cm versus 7,6 y 11,4 cm incrementaron la producción en el corto plazo, pero en los siguientes rebrotes en el rendimiento se redujo en la misma cantidad. En otras investigaciones como lo mencionan Ayala *et al.* (2003) se instaló una asociación de *Trifolium repens* y el *L. corniculatus* San Gabriel fertilizado con P₂O₅. Para *Lotus*, no se registraron efectos de los tratamientos principales ni interacciones significativas para la producción total anual. La producción total de *Lotus* fue de 358 kg MS ha⁻¹, obteniendo resultados superiores puesto que son anuales. Las estrategias de

defoliación comprendían: pastoreo frecuente todo el año y pastoreo frecuente más un descanso de verano para semillar, ambas estrategias estuvieron combinadas con dos intensidades de defoliación definidas en base a la altura de forraje remanente post-pastoreo de 4 y 10 cm.

Ayala y Carámbula (2009), realizaron un estudio en diversas variedades de *Lotus corniculatus*, donde la variedad San Gabriel destacó con el tratamiento de cortes hechos en estadios de crecimiento avanzados y con rastrojos de 6 cm; lográndose con este manejo los mayores rendimientos por más tallos y hojas, así como mayores ramificaciones axilares. Por el contrario, los cortes bajos removieron un mayor número de yemas axilares lo que no solo retardó el rebrote (Greub y Wedin, 1971) sino que produjo además una reducción en la población de plantas del cultivo (Duell y gausman, 1957). Saibro (1991), bajo condiciones subtropicales de Rio Grande del sur de Brasil, determinó que con los cortes menos frecuentes se obtuvo un mayor rendimiento de forraje, una alta resiembra natural y elevadas cantidades de carbohidratos de reserva en las raíces. Además, *Lotus* se caracteriza por acumular pocas reservas, ya que las mismas son destinadas a crecimientos inmediatos con las consiguientes desventajas para el acopio de reservas en corona y raíz (Ayala y Carámbula, 2009).

Como lo menciona Hernández *et al.* (2012) en alfalfa al variar dos frecuencias (alta y baja) y tres intensidades de pastoreo (ligera, media y severa), con alturas de forraje residual de 3 a 6, 7 a 10 y 11 a 14 cm, en invierno, encontró que a alta frecuencia de pastoreo la que corresponde a 35 días se obtiene una mayor acumulación de forraje en las distintas intensidades, siendo la intensidad media la que presentó mayor rendimiento de forraje en esta estación.

Cuadro 2. Rendimiento de materia seca (g MS planta⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.

FC	Intensidades de corte			Promedio	Sig.
	3 cm	6 cm	9 cm		
CTE	7.5 ^{Ba}	7.4 ^{Ba}	4.7 ^{Bb}	6.5 ^B	*
CME	9.5 ^{Aa}	8.2 ^{Ba}	6.8 ^{Ab}	8.2 ^A	*
CTA	9.0 ^{ABa}	10.0 ^{Aa}	6.5 ^{Ab}	8.5 ^A	*
Promedio	8.7 ^a	8.6 ^a	6.0 ^b	7.7	*
Sig.	NS	*	*	*	

Medias seguidas con la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en las filas, no difieren ($p > 0.05$). * = Significancia. NS = No significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

4.2 Composición Morfológica

Las aportaciones del rendimiento en g MS planta⁻¹ de cada componente morfológico de *L. corniculatus* cosechado a diferentes FC e IC en invierno se muestran en la Figura 4. La IC de 3 cm no difirió ($p > 0.05$), dentro de cada componente, lo que refiere que no existió efecto de las frecuencias de corte, sin embargo, en promedios por FC, el CME (2.3) y CTA (2.2 g MS ha⁻¹) fueron superiores al CTE el cual sólo registró 1.8 g MS ha⁻¹ en aportación por componente morfológico. En cuanto el corte de 6 cm la hoja obtuvo un valor mayor en el corte tardío con 7.0 g MS ha⁻¹, en cuanto al CTE y CME no presentaron diferencias con 5.6 y 6.2 g MS ha⁻¹, respectivamente, esto ocurrió de igual manera con el tallo donde el CTA sobresalió nuevamente con 3.0 g MS ha⁻¹, los promedios para cada FC fueron los siguientes: 1.87 (CTE), 2.0 (CME) y 2.5 (CTA) g MS ha⁻¹. En la mayor altura de corte a 9 cm el CTE obtuvo los menores valores, pero en este caso el CME y CTA no mostraron diferencias ($p > 0.05$), con 5.2 y

5.0 g MS ha⁻¹ para la hoja, 1.6 y 1.5 g MS ha⁻¹ para el tallo, respectivamente, con valores promedios CTE (1.1), CME (1.7) y CTA (1.6 g MS ha⁻¹) (Cuadro 9 Anexo).

En todas las frecuencias y alturas de corte la que aportó mayor cantidad fue la hoja, seguida del tallo y el material muerto, obteniendo valores mínimos sin presentar diferencia ($p > 0.05$) con la inflorescencia, este componente no estuvo presente en invierno. Además, se observó que el corte temprano fue el que presentó menor aportación de componentes morfológicos en las tres intensidades de corte, sin embargo, respecto a los tratamientos; la IC a 9 cm presentó menor rendimiento en todas las frecuencias, con un valor promedio de 4.5 g MS planta⁻¹ para la hoja y 1.4 g MS planta⁻¹ para el tallo, esto fue gracias a que obtuvo una mayor altura residual y por ende se aprovechó menor cantidad de forraje. El corte a 6 cm con una frecuencia 13 semanas, mostró una mayor aportación del componente hoja con un promedio de 6.2 g MS planta⁻¹, mientras que la IC a 3 cm obtuvo 2.5 g MS planta⁻¹ de tallo, presentando la mayor aportación promedio de este componente.

En la Figura 5, se muestra la aportación en porcentaje del trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), el mayor porcentaje de los componentes morfológicos la aportó la hoja en todas las frecuencias e intensidades de corte. En la IC a 3 cm se notaron diferencias significativas en la hoja entre el CTE y las otras dos FC (CME y CTA) con promedios de 73, 70 y 68 %, respectivamente, sin embargo, para el tallo se mostró diferencia ($p < 0.05$) en el tratamiento CTA con los CTE y CME, esto se debe a que se presentó material muerto en mínimas cantidades (3 y 2 %), igualmente este tratamiento fue el que mostró más porcentaje de material muerto, puesto que el corte se realizó a una altura más baja y es donde se encontraba más de este componente morfológico. En la IC a 6 cm la hoja en los cortes CTE y CME no difirieron ($p > 0.05$) con 75 y 74 %, mientras que el CTA presentó un 70 %, de igual manera así se expresó en el componente tallo con los porcentajes 25 % para CTE y CME y 30 % para CTA. En el corte a 9 cm no se observa diferencias ($p > 0.05$) en ninguna frecuencia de corte, solo hubo diferencias significativas entre el componente hoja y tallo ($p < 0.05$). La intensidad de corte que obtuvo mayor porcentaje promedio de hoja fue a 9 cm con un

promedio de 76 %, por ende, el porcentaje de tallo fue menor. El porcentaje del componente con mayor interés es el de la hoja, puesto que es el que contiene más nutrientes que son aprovechados por los animales, pero este tratamiento en cuestión de g MS ha⁻¹ fue el que presentó la menor cantidad (Cuadro 10 Anexo).

En otras leguminosas, Hernández *et al.* (2012) en alfalfa al variar dos frecuencias (alta y baja) y tres intensidades de pastoreo (ligera, media y severa), observó que el mayor rendimiento de hoja se presentó a una frecuencia baja de 42 días con una intensidad de pastoreo severo obteniendo 919 kg MS ha⁻¹ y de igual manera una mayor cantidad de rendimiento para el tallo superando a la hoja con 1,017 kg MS ha⁻¹, con resultados mayores puesto que el experimento se realizó en una pradera. Por su parte, García *et al.* (2015) encontró en *Lotus corniculatus* genotipo 255301 diferencias entre componentes (hoja y tallo) en promedio de siete cortes 641.2 kg MS ha⁻¹ para el componente hoja y 383.9 kg MS ha⁻¹ para el tallo. En otras investigaciones en forrajes, Godina *et al.* (2022) trabajó con híbridos de *Urochola* (camello I y II) con intervalos de corte de 5 y 7 semanas e intensidades de 10 y 20 cm. Ellos encontraron que, en cuanto al rendimiento de hoja, el cultivar Camello II obtuvo 1,150 kg MS ha⁻¹ con 15 % más de rendimiento de hoja cuando se cosechó con un intervalo de 7 semanas, con una intensidad de 20 cm. El rendimiento de tallo mostró un comportamiento similar, obteniendo la mayor acumulación en un intervalo de 7 semanas presentando 262 kg MS ha⁻¹ con 17 % más de tallo a intensidad de 20 cm. La mayor acumulación de hojas la obtuvo una ligera defoliación.

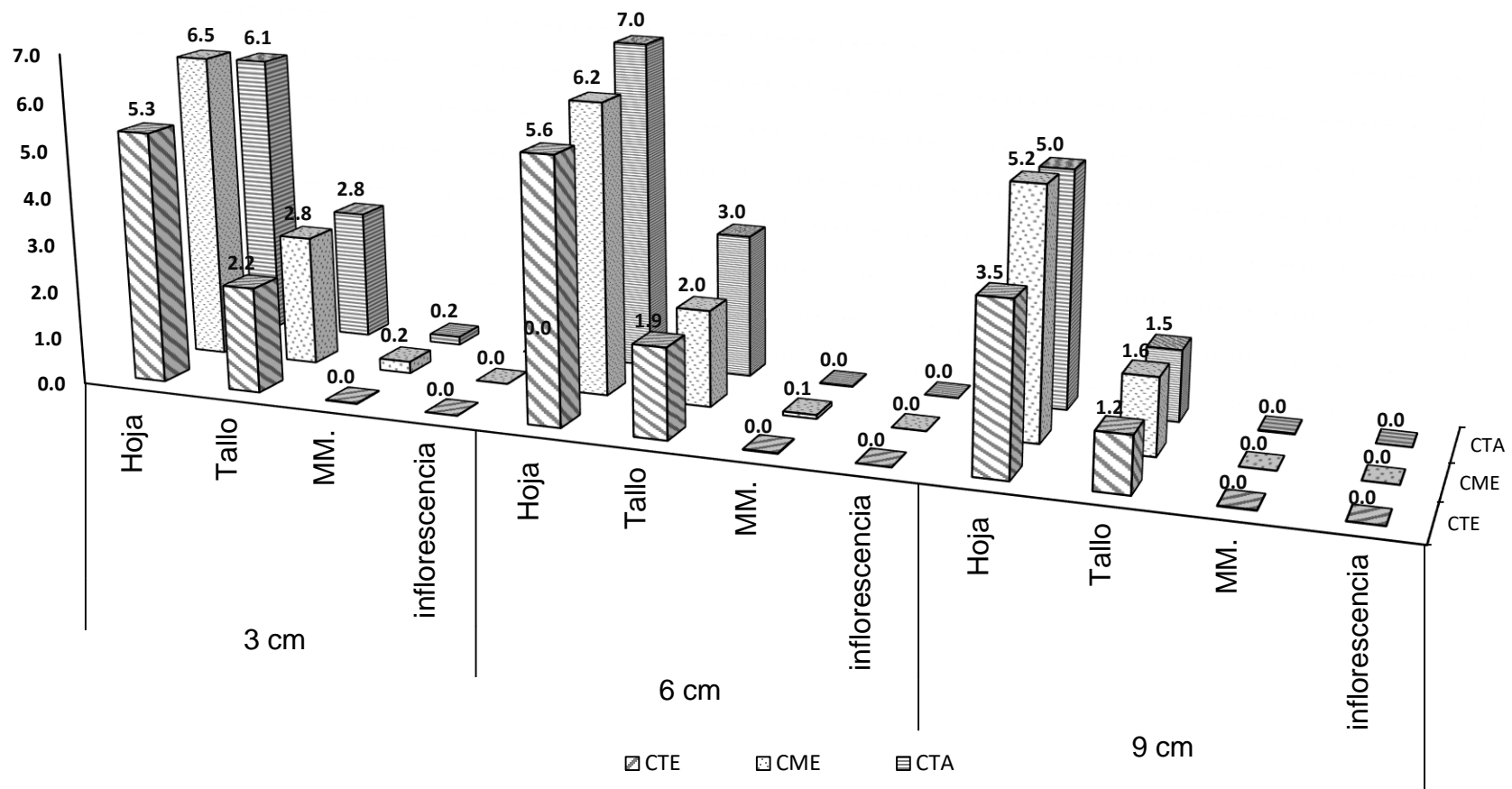


Figura 4. Composición morfológica (g MS planta⁻¹) de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.) a tres frecuencias de cosecha: corte temprano (CTE= 11 semanas), corte medio (CME = 12 semanas) y corte tardío (CTA = 13 semanas) y tres intensidades de corte (3, 6 y 9 cm), en invierno, en condiciones de invernadero. MM = Material muerto.

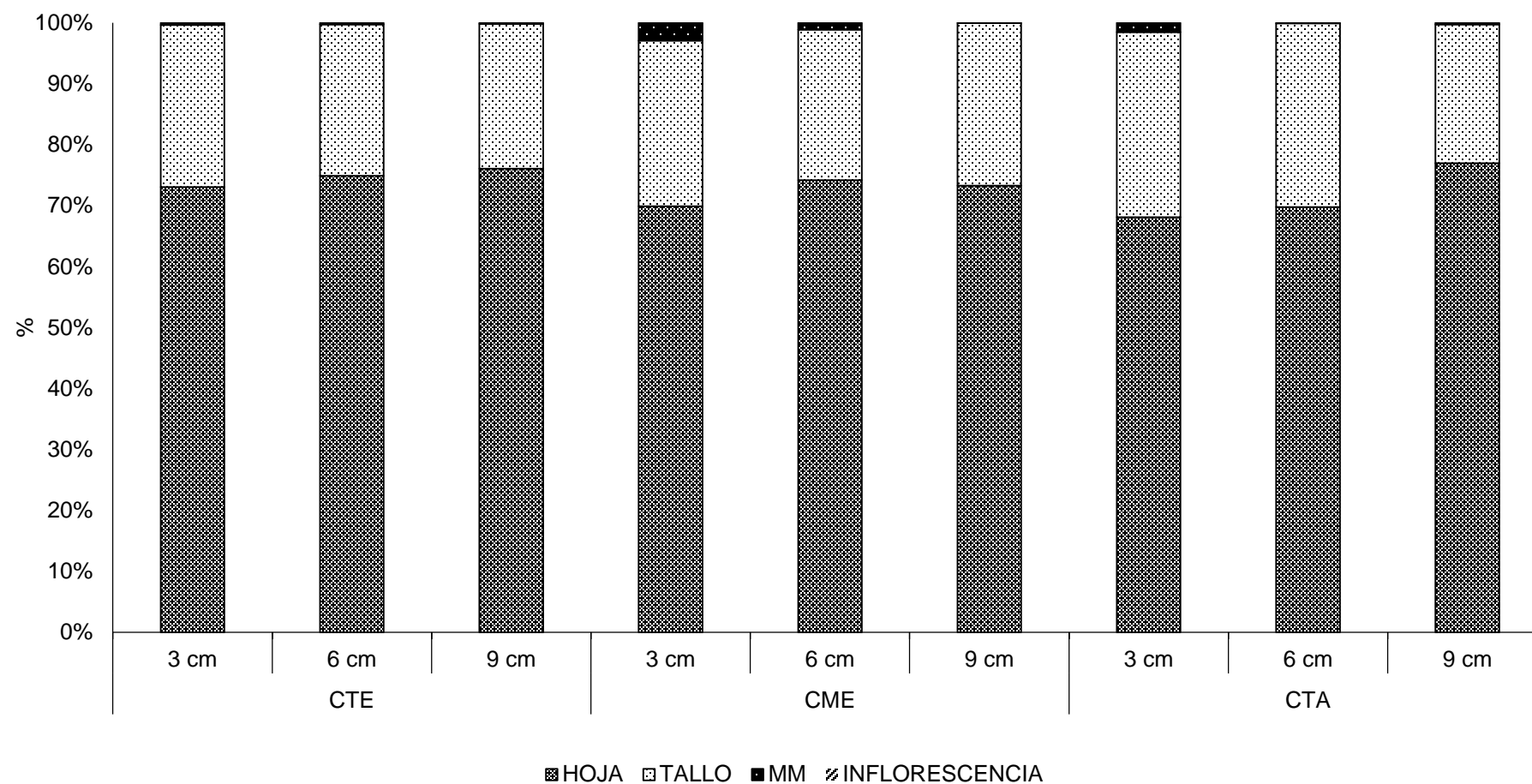


Figura 5. Composición morfológica (%) de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.) a tres frecuencias de cosecha: corte temprano (CTE= 11 semanas), corte medio (CME = 12 semanas) y corte tardío (CTA = 13 semanas) y tres intensidades de corte (3, 6 y 9 cm), en invierno, en condiciones de invernadero. MM = Material muerto.

Por su parte Laureano (2022) evaluó en campo el genotipo 255301 de *L. corniculatus* y observó diferencias entre componentes hoja y tallo presentando 73 y 19 %, respectivamente, en invierno. Por otra parte, Mendoza (2008) trabajó con otra leguminosa alfalfa durante todas las estaciones del año donde demostró que invierno contiene mayor aporte de hoja con un 65 %, también evaluó distintas frecuencias de corte, en la cual la frecuencia a 4 semanas sobresalió a comparación con 5, 6 y 7 semanas, así mismo. Rojas *et al.* (2019) observó en alfalfa diferencias entre estaciones en el porcentaje de hoja, obteniendo en otoño e invierno el mayor aporte con 59 % de hoja y primavera y verano el menor con 45 %. Hernández (2014), menciona en trébol blanco el componente que más contribuyó al rendimiento fue la hoja, con una aportación superior al 50 % en todas las estaciones, excepto verano.

4.3 Relación hoja:tallo

En el Cuadro 3, se muestra la relación de la hoja respecto al tallo (R:H/T) en *Lotus corniculatus* L. en las diferentes frecuencias (CTE = corte temprano, CME = corte medio, CTA = corte tardío) e intensidades de corte (3,6 y 9 cm). CTE y CME no mostraron diferencias ($p > 0.05$) respecto a las diferentes intensidades, en contra parte CTA y promedio por IC la mayor R:H/T se registró cuando se aplicó una IC de 9 cm obteniéndose valores de 3.1 y 3.2, respectivamente. Respecto a las IC, cuando se realizó un corte a 3 cm la mayor relación se obtuvo en el CTE y el menor en el CTA con una R:H/T de 2.2, dentro de la IC de 6 cm CTE y CME fueron similares con un valor promedio de 3.0, y para la última IC (9 cm) no se registró diferencia ($p > 0.05$) obteniéndose una relación promedio de 3.2, lo que significa que al cortarlo a una altura de 9 cm se obtuvo menor cantidad de forraje disponible, pero el forraje residual contiene una mayor cantidad de área foliar remanente para una siguiente defoliación. Finalmente, en el promedio independientemente de las intensidades, el CTE presenta la mayor relación con un valor promedio de 3.1.

Por su parte Mendoza (2008), explica que en alfalfa la relación hoja:tallo fue mayor cuando se cosechó a una frecuencia de 4 semanas y menor cuando fue a 7

semanas, en invierno. En otras investigaciones Mendoza *et al.* (2018) trabajaron en asociaciones de ballico perenne (*Lolium perenne* L.), pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). En trébol blanco la relación hoja:tallo no tuvo efecto ($p>0.05$) para todas las asociaciones. Sin embargo, el efecto fue significativo entre las estaciones del año ($p<0.05$) para la asociación 50:00:50, donde se obtuvieron valores de 4.6, 3.0, 2.6 y 2.5 durante el verano, invierno, primavera y otoño, respectivamente. Villegas *et al.* (2006) demostró que en cuatro variedades de alfalfa (Valenciana, Moapa, Oaxaca y Tlacolula) a dos diferentes frecuencias de corte ligero 90 días y severo a 120 días el promedio para invierno en el corte severo y ligero fue de 0.96 y 0.85, respectivamente, siendo cantidades inferiores a los resultados obtenidos en esta investigación.

Cuadro 3. Relación hoja-tallo (R:H/T) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en invernadero.

FC	Intensidades de corte			Promedio	Sig.
	3 cm	6 cm	9 cm		
CTE	2.9 ^{Aa}	3.0 ^{Aa}	3.4 ^{Aa}	3.1 ^A	NS
CME	2.6 ^{Ba}	3.1 ^{Aa}	2.9 ^{Aa}	2.8 ^{AB}	NS
CTA	2.2 ^{Cb}	2.1 ^{Bb}	3.1 ^{Aa}	2.5 ^B	*
Promedio	2.6 ^b	2.7 ^b	3.2 ^a	2.8	*
Sig.	*	*	NS	*	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p>0.05$). * = Significancia. NS = No significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

4.4 Paso de hoja por tallo

En el Cuadro 4, se muestra el peso de la hoja por tallo de trébol pata de pájaro (*L. corniculatus*) en invierno en las diferentes frecuencias (CTE = corte temprano, CME

= corte medio, CTA = corte tardío) e intensidades de corte (3,6 y 9 cm). En esta variable no se presentaron diferencias ($p>0.05$) en las intensidades de corte. En promedio las frecuencias CTE y CME fueron inferiores ($p<0.05$) con un promedio de 0.09 g MS planta⁻¹, mientras tanto el CTA mostró un mayor peso de hoja obteniendo un promedio de 0.14 g MS hoja tallo⁻¹ siendo el valor promedio más alto. Entre los promedios de IC (3, 6 y 9 cm) no se muestra diferencias estadísticas con valores de 0.10, 0.11 y 0.11 g MS hoja tallo⁻¹ respectivamente.

Cuadro 4. Peso seco de hoja (PH) (g MS hoja tallo⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en invernadero.

FC	Intensidades de corte			Promedio	Sig.
	3 cm	6 cm	9 cm		
CTE	0.09 ^{Ba}	0.09 ^{Aa}	0.08 ^{Aa}	0.09 ^B	NS
CME	0.06 ^{Ba}	0.09 ^{Aa}	0.11 ^{Aa}	0.09 ^B	NS
CTA	0.15 ^{Aa}	0.14 ^{Aa}	0.13 ^{Aa}	0.14 ^A	NS
Promedio	0.10 ^{3a}	0.11 ^a	0.11 ^a	0.11	NS
Sig.	*	NS	NS	*	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p>0.05$). * = Significancia. NS = No significativa. FC = Frecuencias de Corte. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Acuna y Cuevas (1999) trabajaron con tres diferentes especies del género *Lotus* con dos diferentes frecuencias de corte donde encontró que el peso seco de la lámina, el cual fue significativamente mayor con una frecuencia de 6 semanas para *L. corniculatus* y *L. uliginosus* con un valor de 9.69 y 12.59 mg cm⁻² y para las 8 semanas 7.62 y 7.60 mg cm⁻², no hubo diferencia entre las dos frecuencias de 6 y 8 semanas para *L. tenuis* con 7.89 y 7.70 mg cm⁻², respectivamente, esto está relacionado con las

dimensiones de las hojas, se podría concluir que la fitomasa fue mayor en la frecuencia de 6 semanas versus 8 semanas en las especies evaluadas.

4.5 Peso de tallo individual

El peso de tallo individual de trébol pata de pájaro (*L. corniculatus*) en invierno en las diferentes frecuencias (CTE = corte temprano, CME = corte medio, CTA = corte tardío) e intensidades de corte (3,6 y 9 cm) se presentan en el Cuadro 5. No se presentaron diferencias ($p > 0.05$) entre las frecuencias CTE y CME con un promedio de 0.03 g MS tallo⁻¹ para ambos, mientras tanto el CTA mostró un promedio superior a las anteriores FC ($p < 0.05$) con un peso promedio de 0.06 g MS tallo⁻¹. Respecto a las IC dentro de cada FC no se presentaron diferencias ($p > 0.05$), lo mismo sucedió entre los promedios de cada altura de corte, obteniendo un promedio de 0.04 g MS tallo⁻¹.

De acuerdo con Meuriot *et al.* (2005) al evaluar la frecuencia e intensidad en alfalfa, el peso de tallo fue mayor a 1.1 g por tallo, conforme aumentó la frecuencia y con una intensidad de corte de 15 cm en comparación con la de 6 cm, esto fue relacionado con el mayor índice de área foliar y rendimiento. Además, Rojas *et al.* (2019) encontraron diferencias ($p < 0.05$) en el peso promedio anual por tallo al evaluar variedades de alfalfa: Aragon, Milenia y Chipilo produjeron tallos más pesados con 0.71 g que Valencina y Oaxaca con 0.67 y 0.68 g respectivamente. En alfalfa es muy marcado el peso del tallo a comparación del *L. corniculatus*, debido a que este llega a tener una mayor altura y su porte es más erecto.

Cuadro 5. Peso seco de tallo (PT) (g MS tallo⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.

FC	Intensidades de corte			Promedio	Sig.
	3 cm	6 cm	9 cm		
CTE	0.03 ^{Ba}	0.03 ^{Aa}	0.02 ^{Aa}	0.03 ^B	NS
CME	0.03 ^{Ba}	0.03 ^{Aa}	0.04 ^{Aa}	0.03 ^B	NS
CTA	0.06 ^{Aa}	0.07 ^{Aa}	0.05 ^{Aa}	0.06 ^A	NS
Promedio	0.04 ^a	0.04 ^a	0.04 ^a	0.04	NS
Sig.	*	NS	NS	*	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). * = Significancia. NS = No significativo. FC = Frecuencias de corte. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

4.6 Área foliar por tallo

En el Cuadro 6, se presenta el área foliar (AF) por tallo del genotipo 255301 *L. corniculatus* cosechado a diferente frecuencia e intensidad de corte. En esta variable se muestra un incremento ($p < 0.05$) de AF en el corte tardío (CTA) en las tres IC registrando un promedio de 13.7 cm² tallo⁻¹ a comparación con los cortes temprano y medio con promedios menores de 9.0 y 8.2 cm² tallo⁻¹, ambos no presentan diferencias ($p < 0.05$). Lo anterior corresponde con el mayor volumen de hoja por presentar un tiempo más prolongado en el corte tardío. Por el contrario, en los tratamientos de frecuencias de corte no se mostraron diferencias estadísticas, sin embargo, en la intensidad de corte de 9 cm si se mostró diferencia ($p < 0.05$) en la frecuencia de corte con 0.04 cm² tallo⁻¹, mientras que en el modelo estadístico presentó 0.09.

Por su parte Greub y Wedin (1971) encontraron que el índice de área foliar residual después del corte 3,8; 7,6; y 11,4 en *L. corniculatus* fue 0.05; 0.37; y 1.10,

respectivamente. Por otra parte, Acuna y Cuevas (1999) observa en tres especies diferentes de *Lotus* que el IAF no difirió significativamente, e incluso tendió a ser mayor en la frecuencia de 8 semanas, excepto en *L. uliginosus* en el cual fue menor, obteniendo valores de 3.15, 2.42 y 2.65, mientras que a las 6 semanas 2.78, 2.23 y 3.03 para *L. corniculatus*, *L. tenuis* y *L. uliginosus*, respectivamente. En otra investigación, Castillo (2021) en diferentes días después del trasplante de esquejes de *L. corniculatus* se observó que entre más días después del trasplante el AF incrementa, con los días 30, 60, 90, 120 y 150 los valores fueron: 218, 17.21, 22.70, 38.03 y 46.53 cm²/g, respectivamente.

Cuadro 6. Área foliar (cm² tallo⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.

FC	Intensidades de corte			Promedio	Sig.
	3 cm	6 cm	9 cm		
CTE	9.2 ^{Ba}	8.5 ^{Ba}	9.3 ^{ABa}	9.0 ^B	NS
CME	8.3 ^{Ba}	7.6 ^{Ba}	8.6 ^{Ba}	8.2 ^B	NS
CTA	12.7 ^{Aa}	14.5 ^{Aa}	14.3 ^{Aa}	13.7 ^A	NS
Promedio	10.1 ^a	10.2 ^a	10.6 ^a	10.3 ³	NS
Sig.	*	*	NS	*	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). * = Significancia. NS = No significativo. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = Corte tardío (13 semanas).

4.7 Altura de planta

Las alturas de planta del genotipo de *L. corniculatus* 255301, sometido a diferentes frecuencias e intensidades de corte bajo condiciones de invernadero en invierno se muestran en el Cuadro 7. No se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre las

distintas intensidades evaluadas tanto dentro de cada FC como en promedios por IC, pero dentro de cada frecuencia si se obtuvieron diferencias ($p < 0.05$), siendo el CTA la frecuencia que mayor altura registro en las tres IC con un promedio 22.4 cm a comparación del CME y CTE con alturas de 16.08 y 15.2 cm en promedio respectivamente. Para el corte a 9 cm el modelo estadístico no presentó diferencias ($p < 0.05$), sin embargo, la FC difirió (< 0.01).

Cuadro 7. Altura (cm) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes en invierno, en condiciones de invernadero.

FC	Intensidades de corte			Promedio	Sig.
	3 cm	6 cm	9 cm		
CTE	14.2 ^{Ba}	15.3 ^{Ba}	16.3 ^{Ba}	15.2 ^B	NS
CME	15.8 ^{Ba}	15.1 ^{Ba}	17.1 ^{Ba}	16.0 ^B	NS
CTA	22.4 ^{Aa}	22.1 ^{Aa}	22.4 ^{Aa}	22.4 ^A	NS
Promedio	17.5 ^a	17.5 ^a	18.7 ^a	17.9	NS
Sig.	*	*	NS	*	

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). * = Significancia. NS = No significativa. FC = Frecuencias de corte. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Laureano (2022) trabajando con tres genotipos de *L. corniculatus* y alfalfa, demostró que en invierno en campo el genotipo 255301 presentó una altura promedio de 16 cm siendo mayor a comparación de las variedades 226796 y 232098. Por su parte, Hernández (2014) en trébol blanco (*Trifolium repens* L.), en invierno alcanzó una altura de 17 cm hacia la sexta semana, obteniendo una altura promedio de 10.5 cm, los tratamientos consistieron en cortes sucesivos a intervalos de siete días. En verano se presentó la mayor altura, ya que existe una relación positiva entre la altura y el rendimiento de materia seca, y al presentarse las condiciones adecuadas durante este periodo, se manifestó el potencial de la especie.

V. CONCLUSIONES

El rendimiento y la composición morfológica se vieron afectados con la frecuencia de corte temprano para todas las Intensidades, sin embargo, también disminuyó en la intensidad de corte a 9 cm para las tres frecuencias. En las variables área foliar, altura y peso seco de hoja y tallo individual, la frecuencia de corte tardío obtuvo los valores más altos para las tres intensidades, por el contrario, en la relación hoja:tallo fue el menos recomendable pero solo en las intensidades a 3 y 6 cm. La hoja fue el componente que más aportó al rendimiento total de forraje con más del 68 %, seguida por el tallo, una mínima cantidad de material muerto y una nula aportación de la inflorescencia.

VI. LITERATURA CITADA

- Acuna**, H., y Cuevas, G. (1999). Effect of height and frequency of defoliation, using cutting and grazing, on the growth and productivity of three *Lotus* species in clay soils. *Agricultura Técnica (Chile)*. 59(4), 296-308 p. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CL2000000190>
- Alison** Jr, M. W., & Hoveland, C. S. (1989). Birdsfoot trefoil management. II. Yield, quality, and stand evaluation. *Agronomy journal*, 81(5), 745-749 p. <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj1989.00021962008100050009x>
- Artola**, A. (2004). *Lotus corniculatus*-Morfología, desarrollo y producción de semillas. [Morphology, development and production of seeds]. *Ciencia*. <http://www.ciencia.net/VerArticulo/Lotus-corniculatus-Morfolog%C3%ADa>
- Ayala**, W., González, S., Monteagudo, M. y Bermúdez, R. (2003). Renovación de mejoramientos de campo de trébol Blanco y *Lotus*. Resultados 2002. En: Jornada anual de producción animal: resultados experimentales. Treinta y Tres: INIA. 1-18 p. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=UY2006005171>
- Ayala**, W. y Carámbula, M. (2009). El valor Agronómico del genero *Lotus*. Instituto de investigaciones Agropecuarias INIA, Uruguay. 424 p.
- Baguet**, H. A. y Bavera, G. A. (2001). Fisiología de la planta pastoreada. facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad del Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina. http://www.produccionovina.com.ar/produccioymanejopasturas/pastoreosistemas/04fisiologia_de_la_planta_pastoreada.htm
- Barry**, T. N., and McNabb, W. C. (1999, May). The effect of condensed tannins in temperate forages on animal nutrition and productivity. In *Acicar Proceedings*. 30-35p. ACIAR; 1998.
- Becerra**, J. B., y Montero, J. C. A. (1992). Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies forrajeras tropicales. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 30(2), 125-132 p. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/3608>
- Bernal**, J. (1976). Algunos aspectos de fisiología de semillas forrajeras. En: Seminario sobre producción de semillas forrajeras. Maracay Venezuela: Serie: Informes de conferencias, cursos y reuniones. No. 99. 25-37 p.
- Blumenthal**, M., Kelman, W., Lolicato, S., Hare, M., and Bowman, A. (1993). Agronomy and improvement of *Lotus*: a review. In: *Alternative pasture legumes*. D.L. Michalk, A.D. Craig and W.J. Collins (Editors.). Proceedings of the second national alternative pasture legume workshop. South Australia, Australia. 74-85 p. <https://publications.csiro.au/rpr/pub?list=BRO&pid=procite:8212f2db-cf40-4674-b078-243a39aa21c0>
- Brady**, N.C. (1974). *The Nature and Properties of soils*. McMillan Publish CO. New York. 8th Edition. 639 p.
- Briske**, D. D. (1991). Development morphology and physiology of grasses. In: *Grazing Management: an ecological perspective*. Heitschmidt, R. K., Stuth J. W. (ed.). Timber Press, Portland, Oregon, USA. 85-108 p.

- Canals, R;** Peralta, J. y Zubiri, E. (2009). Flora pratense y forrajera cultivada de la península Ibérica. UNAVARRA, Pamplona, España, <https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/inicio.htm> 2 p. (22 de julio del 2022).
- Cárdenas, R. E.** (2011). *Lotus*; nueva leguminosa forrajera para los sistemas lecheros de clima frío y zonas templadas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Editorial Produmedios.
- Carter, E. B.,** Theodorou, M. K. and Morris, P. (1997). Responses of *Lotus corniculatus* to environmental change. I. Effects of elevated CO₂, temperature and drought on growth and plant development. *New Phytologist*, 136(2), 245-253 p. <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1469-8137.1997.00733.x>
- Castillo, A.** (2012.). Generación de híbridos interespecíficos de *L. uliginosus* x *L. corniculatus* y evaluación de la respuesta a déficit hídrico. Tesis de doctorado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias. 119 p. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/3933/1/uy24-16039.pdf>
- Castillo C. C.** (2021). Reproducción vegetativa y comportamiento productivo de trébol pata de pájaro (*Lotus Corniculatus* L.) (Doctoral dissertation). 59 p. http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/4642/Castillo_Cabrera_C_MC_Ganaderia_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cibils, M.J.,** y Lorenzo, D. J. M. (2018). Identificación de especies de *Lotus* mediante marcadores moleculares. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20701/1/CibilsMontesJuan.pdf>
- Criado, C. A.** (2014). *Lotus* “Pampa” INTA. Una herramienta de trabajo para los suelos bajos-inundables. Publicación Técnica INTA. EEA Cuenca del Salado. Ediciones INTA. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/suelos_salinos/28-Lotus_Pampa.pdf
- Davidson, J. L.** (1968). Growth of grazed plants. Proc. Australian Grassland Conference, Perth. 2: 125-137 p. <https://publications.csiro.au/rpr/pub?list=BRO&pid=procite:a1bbc0bd-2676-4ec5-85de-42008ba74325>
- USDA** (2011). Taxonomía del birdsfoot trefoil Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Disponible en <http://www.USDA-NRCA/2011/lotuscorniculatus/>
- Dougall, M.** (1973). *Lotus corniculatus* L. Obtenido de SEINet Arizona - New Mexico Chapter: <https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?tid=1652>
- Duell, R.W.** and Gausman, H.W. (1957). The effect of differential cutting on the yeild, persistence, protein and mineral content of birdsfoot, trefoil. *Agronomy Jurnal* 49, 318-319 p. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19581400274>
- Duru, M.,** and Ducrocq. H. (2000). Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. *Ann. Bot.* 85:645-653 p. doi:10.1006/anbo.1999.1117. <http://www.idealibrary.com>
- Edmeades, D. C.,** Wheeler, D. M. and Christie, R. A. (1991). The effect of aluminium and ph on the growth of a range temperate grass species and cultivars. *Plant-Soil Interactions at Low ph*. Editor R. J. Wright, V. C. Baligar and R. P. Murrmann.

- Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands. 913-924 p.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-011-3438-5_102
- Enríquez**, Q. J. F., Esqueda, V. A. E. y Bolaños, E. D. A. (2020). Leguminosas forrajeras para mejorar la alimentación de bovinos en el trópico de México. Medellín, Ver.: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/media/desplegable/productores/12288_Desplegable_para_Productores_Num.118_Digital.ok.pdf
- Ferreira**, R. D. P., Karam, D., Tupy, O., Fonseca, D. D., Kuwahara, F. A., y Pereira, A. (2022). Manejo de forraje. 7 p.
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1144842/1/ManejoForraje.pdf>
- Formoso**, F. (1993). *Lotus corniculatus*; performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, INIA. 37: 9-11 p.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807121236.pdf>
- Formoso**, F. A. (1996). Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. INIA Serie Técnica. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=UY2006000574>
- García**, B. D. V., Guerrero, R. J. de D., García, S. G., y Lagunes, R. S. A. (2015). Rendimiento y calidad de forraje de genotipos de *Lotus corniculatus* en el Estado de México. *Nova Scientia*, 7(13), 170-189 p.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200707052015000100010&lng=es&tlng=es.
- Godina**, R. J. E., Joaquín, C. S., Estrada, D. B., Garay, M. J. R., Limas, M. A. G., and Bautista, M. Y. (2022). Forage yield of *Urochloa* grass cv Camello I and II at different cutting frequencies and intensities. *Agro Productividad*.
<https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/2315>
- Greub**, L. J. and Wedin, W. F. (1971). Leaf area, dry matter production and carbohydrate reserve levels of birds foot trefoil as influenced by cutting height. *Crop Science* 11: 734-737 p.
<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1971.0011183X001100050040x>
- Halling**, M. A., Topp, C. F. E. y Doyle, C. J. (2004). Aspects of the productivity of forage legumes in northern Europe. *Grass and Forage Science*, 59, 331-344 p.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2494.2004.00435.x>
- Hernández**, G. A., Martínez, H. P. A., Zaragoza, E. J., Vaquera, H. H., Osnaya, G. F., Joaquín, T. B. M., y Velazco, Z. M. (2012). Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad del pastoreo. *Revista fitotecnia mexicana*, 35(3), 259-266 p.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v35n3/v35n3a9.pdf>
- Hernández**, G. A. (1996). La importancia del manejo del pastoreo en la producción de forraje y leche en clima templado de Nueva Zelanda. Segundo Reencuentro de Zootecnistas. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, México. 71-90 p.
- Hernández**, M. E. (2014). Dinámica de crecimiento del trébol blanco bajo condiciones de pastoreo. Tesis maestría. COLPOS, Montecillo, Texcoco. 89 p.

- http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2475/Hernandez_Moreno_E_MC_Ganaderia_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hunt, R.** (1990). Plant growth curves. The Functional Approach to Plant Growth Analysis. Edward Arnold. London. England. 248 p.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19840319829>
- Jiménez, M. A. y Martínez, H. P. A.** (1984). Utilización de praderas. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 4-6 p.
- Jones, D. A. y Turkington, R.** (1986). *Lotus corniculatus* L. Journal of Ecology, 74(4), 1185-1212 p. <https://www.jstor.org/stable/2260243>
- Kelman, W.M., M.J. Blumenthal and C.A. Harris.** (1997). Genetic variation for seasonal herbage yield, growth habit, and condensed tannins in *Lotus pedunculatus* Cav. and *Lotus corniculatus* L. Australian Journal of Agricultural Research. 48: 959-968 p. <https://www.publish.csiro.au/cp/A97024>
- Kirby, E. J. M. and Perry, M. W.** (1987). Leaf emergence rates of wheat in a Mediterranean environment. Aust. J. Agric. Res. 38: 455-464 p. <https://www.publish.csiro.au/cp>
- Lemaire, G.** (2021). Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant population in grazed swards. Proc. XIX International Grassland Congress. Sao Paulo, Brasil. 29-37 p. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4058&context=igc>
- Laureano, O. J.** (2022). Producción de forraje de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L. en el sureste de Coahuila México. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. p.59.
- Maroso, R. P., S. Meredith SB., and M. Carneiro C.** (2007). Rebrotas de *Lotus spp.* de diferentes hábitos de crecimiento. Revista Brasileira de Zootecnia. 36(5):1524-1531 p. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/pkHsfSmBrQ6Zq4rxm74TdZJ/?format=pdf&lang=pt>
- Márquez Lara, D., y Suárez Londoño, Á.** (2008). El uso de taninos condensados como alternativa nutricional y sanitaria en rumiantes. Revista de Medicina Veterinaria, 1(16), 87-109 p. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1090&context=mv>
- Mendoza, P. S. I., Hernández, G. A., Rojas, G. A. R., Vaquera, H. H., Ramírez, R. O., y Castro, R. R.** (2018). Comportamiento productivo de pasto ballico perenne solo y asociado con pasto ovillo y trébol blanco. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(2), 343-353 p. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342018000200343
- Mendoza, P. S. I.** (2008). Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferente frecuencia de corte. Tesis maestría. COLPOS. Montecillo, Texcoco, México. 123 p. http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/1581/1/Mendoza_Pedroza_SI_MC_Ganaderia_2008.pdf
- Menéndez V.** (2006), "*Lotus corniculatus* L.". Asturnatura.com [en Línea]. Num. 81. 4 p. Disponible en asturnatura.com. ISSN 1887-5068 <https://www.asturnatura.com/especie/lotus-corniculatus>

- Meuriot, F., Decau, M. L., Morvan-Bertrand, A., Prud'Homme, M. P., Gastal, F., Simon, J. C. and Avice, J. C. (2005).** Contribution of initial C and N reserves in *Medicago sativa* recovering from defoliation: impact of cutting height and residual leaf area. *Functional Plant Biology*, 32(4), 321-334 p. <https://userweb.weihenstephan.de/lattanzi/Lit/Meuriot%20et%20al%202005.pdf>
- Miñón, D. P., Sevilla, G. H., Montes, L., Fernández, O. (1990).** "*Lotus tenuis* y *corniculatus*: leguminosas forrajeras para la pampa deprimida". In: Boletín Técnico N° 98. INTA E.E.A Balcarce. Argentina. 19 p.
- Muttoni, P. G. (2008).** Evaluación bioquímica y fisiológica de poblaciones de *Lotus corniculatus* L. sensibles y tolerantes a sequía. 82 p. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/27731/1/MuttoniPastorinoGerm%C3%A1n.pdf>
- Norton, B. W. (1999).** The significance of tannins in tropical animal production. *CIAR Proceedings*, 92, 14-23 p. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20056701515>
- Otero, M. J., y Hidalgo, L. G. (2004).** Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. *Livestock Research for Rural Development*, 16(2), 1-9 p. <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd16/2/oter1602.htm>
- Passioura, J. B. (1982).** Water in the soil-plant atmosphere continuum. In: O. L. Lange, P. S. Nobel, C. B. Osmond, and H. Ziegler (eds.), *Physiological plant ecology II. Water relations and carbon assimilation*. Springer Verlag, New York. 12:5-33 p. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-68150-9_2
- Ramírez, R. C. A., Kemp, P.D., Barry, T.N., y López, V. N. (2006).** Producción de *Lotus corniculatus* L. bajo pastoreo en un ambiente agrícola de secano. *Revista de Investigación Agrícola de Nueva Zelanda*, 49 (1), 89-100 p.
- Rebuffo, A. M. M. (2005).** Alfalfa: principios de manejo del pastoreo. *Revista INIA-Nº*, 5, 2 p. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807160553.pdf>
- Rebuffo, M. (1991).** *Lotus* en el Uruguay. 1er Simposio Argentino del Género *Lotus*. INTEC II. Chascomús. Buenos Aires. 43-44 p.
- Richards, J. H. (1993).** Physiology of plants recovering from defoliation. *Proc. XVII International Grassland Congress*. Palmerston North, New Zealand pp: 95-104 p. <https://digitalcommons.usu.edu/grcanyon/116/>
- Rincón, G. N., Olarte, Q. M. A. y Pérez, N. J. C. (2012).** Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(1), 6399-6405., from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472012000100010&lng=en&tlng=es.
- Rojas, G. A. R., Torres, S. N., Maldonado, P. M. D. L. Á., Herrera, P. J., Sánchez, S. P., Cruz, H. A. y Hernández, G. A. (2019).** Rendimiento de forraje y sus componentes en variedades de alfalfa en el altiplano de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(1), 239-253 p. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242019000100239&script=sci_arttext

- Ruiz, I.** (1996). Frecuencia de utilización y residuo postutilización. Ruíz, I. Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago. Chile. 210-217 p.
- Saibro, J.C.** (1991). Regímenes de corte y fertilización de Cornichao (*Lotus corniculatus*) en monocultivo intercalado con paugola (*digitaria decumbens* stent) en la región de la depresión central de Rio Grande do Sul, Brasil. 1er Simposio Argentino del Genero *Lotus*. INTEC II. 45-46
- Sánchez, M. E.** (2013). Evaluación forrajera de doce colectas de *Lotus corniculatus* L. en la región de Tlatlauquitepec, Puebla (Bachelor's thesis). 56 p. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/12562/44516TL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santacoloma, V. L. E., Granados, M. J. E. y Aguirre, F. S. E.** (2017). Evaluación de variables agronómicas, calidad del forraje y contenido de taninos condensados de la leguminosa *Lotus corniculatus* en respuesta a biofertilizante y fertilización química en condiciones agroecológicas de trópico alto andino colombiano. *Entramado*, 13(1). <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25136>
- Santiñaque, F. H., y Battista, J. P.** (2003). Niveles de agua y frecuencias de defoliación en el comportamiento de *Lotus corniculatus* L. *Agrociencia Uruguay*, 7(1), 41-51 p. <https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/1037>
- Schnellmann, L. P., O Verdoljak, J. J., Bernardis, A., Martínez-González, J. C., y Castillo-Rodríguez, S. P.** (2019). Frecuencia y altura de corte en *Panicum maximum* cv *Gatton Panic*. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 553-562 p. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/5630/INTA_CRChacO-Formosa_EEASaenzPe%C3%B1a_Schnellmann_LP_Frecuencia_y_altura_de_corte_en_Panicum_maximum_cv_Gatton_Panic.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Scott, D. and Charlton, J. F. L.** (1983). Birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) as a potential dryland herbage legume in New Zealand. In Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 98-105 p. <https://www.nzgajournal.org.nz/index.php/ProNZGA/article/view/1631>
- Seaney, R.R. and Henson, P.R.** (1970). Birdsfoot trefoil. *Advances in Agronomy*. 22: 119-157 p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308602679>
- Silveira, D.** (2011). Caracterización agronomica de las leguminosas más utilizadas en el Uruguay. Ing. Grupo Disc. de Producción y Utilización de Pasturas Dpto. de Produccion Animal y Pasturas Est Exp. Leguminosas. 48 p.
- Sixto, H., Hernández, M. J., Barrio, M., Carrasco, J., and Cañellas, I.** (2008). Plantaciones del género *Populus* para la producción de biomasa con fines energéticos: revisión. *Forest Systems*. 16(3): 277-294 p. <https://core.ac.uk/download/pdf/229490268.pdf>
- Smith, D.** (1981). Forage management in the North. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, USA. 258p. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19630700454>
- Striker, G. G., Insausti, P., Grimoldi, A. A., Ploschuk, E. L. and Vasellati, V.** (2005). Physiological and anatomical basis of differential tolerance to soil flooding of *Lotus corniculatus* L. and *Lotus glaber* mill. *plan and Soil*, 276, 301-311 p. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-005-5084-0>
- Terrill, T. H., Rowan, A. M., Douglas, G. B. and Barry T. N.** (1992) Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, proteins

concentrate meals and cereal grains. Journal of the Science of Food and Agriculture 58, 321-329 p.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2740580306?%20access%20to%20wiley%20online%20library%20will%20be%20disrupted%20on%20saturday,%205th%20mar%20between%2010:00-12:00%20gmt=>

- Villegas**, A. Y., Hernández, G. A., Martínez, H. P. A., Pérez, P. J., Herrera, H. J. G., and López, C. C. (2006). Rendimiento de forraje de variedades de alfalfa en dos calendarios de corte. Revista Fitotecnia Mexicana, 29(4), 369-369 p.
<https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/809>
- Yrausquin**, X., Páez, A., Villasmil, J. y Urdaneta, M. (1995). Comportamiento fisiológico del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. I. Distribución de biomasa y análisis de crecimiento. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 12, 314.
- Zaragoza**, E. J. A. (2000). Crecimiento y acumulación de forraje de los pastos Ballico *Lolium perenne* L. y Ovillo *Dactylis glomerata* L. a diferentes frecuencias de corte. Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México.

VII. ANEXOS

Cuadro 8. Rendimiento de materia seca (g MS planta⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes (IC) en invierno, en condiciones de invernadero.

FC	Intensidad de corte (IC)			Promedio	Sig.	EEM	DMS
	3 cm	6 cm	9 cm				
CTE	7.5 ^{Ba}	7.4 ^{Ba}	4.7 ^{Bb}	6.5 ^B	0.002	21	47
CME	9.5 ^{Aa}	8.2 ^{Ba}	6.8 ^{Ab}	8.2 ^A	0.031	30	66
CTA	9.0 ^{ABa}	10.0 ^{Aa}	6.5 ^{Ab}	8.5 ^A	0.005	28	61
Promedio	8.7 ^a	8.6 ^a	6.0 ^b	7.7	<0.0001	11	24
Sig.	0.096	0.026	0.048	0.003			
EEM	32	27	28	15			
DMS	69	59	62	33			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). Sig. = Significancia. EEM = Error Estándar. DMS = Diferencia Mínima Significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Cuadro 9. Aportación de los componentes morfológicos (g MS ha⁻¹) de *Lotus corniculatus* L.) a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de corte (IC) en invierno en condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.

FC	Componente morfológico				Promedio	Sig.	EEM	DMS
	Hoja	Tallo	M.M.	Inflo.				
3 cm								
CTE	5.3 ^{Aa}	2.2 ^{Ab}	0.01 ^{Ac}	0 ^{Ac}	1.8 ^B	<.0001	15	34
CME	6.5 ^{Aa}	2.8 ^{Ab}	0.2 ^{Ac}	0 ^{Ac}	2.3 ^A	<.0001	16	35
CTA	6.1 ^{Aa}	2.8 ^{Ab}	0.2 ^{Ac}	0 ^{Ac}	2.2 ^A	<.0001	9	21
Promedio	5.9 ^a	2.5 ^b	0.1 ^c	0 ^c	2.1	<.0001	15	17
Sig.	0.1	0.4	0.5	0	<.0001			
EEM	23	17	7	0	15			
DMS	51	37	16	0	13			
6 cm								
CTE	5.6 ^{Ba}	1.9 ^{Bb}	0.01 ^{Ac}	0 ^{Ac}	1.8 ^B	<.0001	9	20
CME	6.2 ^{Ba}	2.0 ^{Bb}	0.1 ^{Ac}	0 ^{Ac}	2.0 ^B	<.0001	8	18
CTA	7.0 ^{Aa}	3.0 ^{Ab}	0.01 ^{Ac}	0 ^{Ac}	2.5 ^A	<.0001	12	27
Promedio	6.2 ^a	2.3 ^b	0.01 ^{4c}	0 ^c	2.1	<.0001	16	17
Sig.	0.06	0.01	0.4	0	<.0001			
EEM	18	11	2	0	16			
DMS	40	25	5	0	13			
9 cm								
CTE	3.5 ^{Ba}	1.2 ^{Bb}	0.01 ^{Ac}	0 ^{Ac}	1.1 ^B	<.0001	7	16
CME	5.2 ^{Aa}	1.6 ^{Ab}	0.001 ^{Ac}	0 ^{Ac}	1.7 ^A	<.0001	15	35
CTA	5.0 ^{Aa}	1.5 ^{ABb}	0.02 ^{Ac}	0 ^{Ac}	1.6 ^A	<.0001	9	20
Promedio	4.5 ^a	1.4 ^b	0.01 ^c	0 ^c	1.5	<.0001	17	19
Sig.	0.06	0.1	0.6	0	<.0001			
EEM	24	7	0.9	0	17			
DMS	52	15	2	0	15			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p>0.05$). Sig. = Significancia. EEM = Error Estándar. DMS = Diferencia Mínima Significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Cuadro 10. Porcentajes de aportación de los componentes morfológicos al rendimiento de forraje de *Lotus corniculatus* L.) a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de corte (IC) en invierno en condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.

FC	Componente morfológico				Promedio	Sig.	EEM	DMS
	Hoja	Tallo	M.M.	Inflorescencia				
				3 cm				
CTE	73 ^{Aa}	27 ^{Bb}	0 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	1.3	2.9
CME	70 ^{Ba}	27 ^{Ab}	3 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	2.0	4.5
CTA	68 ^{Ba}	30 ^{Ab}	2 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	1.5	3.3
Promedio	71 ^a	28 ^b	1 ^c	0 ^c	25	<.0001	2.1	2.3
Sig.	0.03	0.1	0.5	0	<.0001			
EEM	1.5	1.5	2.0	0	2.1			
DMS	3.3	3.3	4.4	0	1.8			
				6 cm				
CTE	75 ^{Aa}	25 ^{Bb}	0 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	0.6	1.3
CME	74 ^{Aa}	25 ^{Bb}	1 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	2.2	4.8
CTA	70 ^{Ba}	30 ^{Ab}	0 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	3.1	6.7
Promedio	73 ^a	27 ^b	0 ^c	0 ^{Ac}	25	<.0001	2.6	2.8
Sig.	0.03	0.01	0.2	0	<.0001			
EEM	1.8	1.8	0.8	0	2.6			
DMS	3.9	3.9	1.9	0	2.2			
				9 cm				
CTE	76 ^{Aa}	24 ^{Ab}	0 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	1.4	3.0
CME	74 ^{Aa}	26 ^{Ab}	0 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	2.4	5.3
CTA	77 ^{Aa}	23 ^{Ab}	0 ^{Ac}	0 ^{Ac}	25 ^A	<.0001	1.9	4.4
Promedio	76 ^a	24 ^b	0 ^c	0 ^c	25	<.0001	1.9	2.1
Sig.	0.4	0.5	0.4	0	<.0001			
EEM	2.5	2.7	0.3	0	1.9			
DMS	5.5	5.8	0.6	0	1.7			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p>0.05$). Sig. = Significancia. EEM = Error Estándar. DMS = Diferencia Mínima Significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Cuadro 11. Relación hoja-tallo (R:H/T) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes (IC) en invierno, en condiciones de invernadero.

FC	IC			Promedio	Sig.	EEM	DMS
	3 cm	6 cm	9 cm				
CTE	2.9 ^{Aa}	3.0 ^{Aa}	3.4 ^{Aa}	3.1 ^A	0.1	0.2	0.5
CME	2.6 ^{Ba}	3.1 ^{Aa}	2.9 ^{Aa}	2.8 ^{AB}	0.2	0.3	0.6
CTA	2.2 ^{Cb}	2.1 ^{Bb}	3.1 ^{Aa}	2.5 ^B	0.02	0.2	0.6
Promedio	2.6 ^b	2.7 ^b	3.2 ^a	2.8	0.01	0.1	0.3
Sig.	0.001	0.03	0.5	0.06			
EEM	0.09	0.3	0.4	0.2			
DMS	0.2	0.7	0.9	0.4			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). Sig. = Significancia. EEM = Error Estándar. DMS = Diferencia Mínima Significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Cuadro 12. Peso de hoja (g MS planta⁻¹) y Peso de tallo (g MS planta⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias de corte (FC) e intensidades de cortes (IC) en invierno, en condiciones de invernadero.

FC	IC			Promedio	Sig.	EEM	DMS
	3 cm	6 cm	9 cm				
Peso de hoja (g MS planta ⁻¹)							
CTE	0.09 ^{Ba}	0.09 ^{Aa}	0.08 ^{Aa}	0.09 ^B	0.4	0.02	0.04
CME	0.06 ^{Ba}	0.09 ^{Aa}	0.11 ^{Aa}	0.09 ^B	0.1	0.02	0.06
CTA	0.15 ^{Aa}	0.14 ^{Aa}	0.13 ^{Aa}	0.14 ^A	0.6	0.04	0.08
Promedio	0.10 ^a	0.11 ^a	0.11 ^a	0.11	0.7	0.02	0.05
Sig.	0.01	0.2	0.05	0.03			
EEM	0.02	0.03	0.02	0.01			
DMS	0.05	0.07	0.05	0.04			
Peso de tallo (g MS planta ⁻¹)							
CTE	0.03 ^{Ba}	0.03 ^{Aa}	0.02 ^{Aa}	0.03 ^B	0.5	0.01	0.02
CME	0.03 ^{Ba}	0.03 ^{Aa}	0.04 ^{Aa}	0.03 ^B	0.1	0.009	0.01
CTA	0.06 ^{Aa}	0.07 ^{Aa}	0.05 ^{Aa}	0.06 ^A	0.4	0.01	0.04
Promedio	0.04 ^a	0.04 ^a	0.04 ^a	0.04	0.6	0.009	0.02
Sig.	0.008	0.2	0.1	0.05			
EEM	0.008	0.01	0.01	0.01			
DMS	0.01	0.04	0.02	0.02			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). Sig. = Significancia. EEM = Error Estándar. DMS = Diferencia Mínima Significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Cuadro 13. Área foliar (AFT) ($\text{cm}^2 \text{ tallo}^{-1}$) de Trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), sometido a diferentes frecuencia e intensidades de corte, cosechado en invierno, bajo condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.

FC	IC			Promedio	Sig.	EEM	DMS
	3 cm	6 cm	9 cm				
CTE	9.2 ^{Ba}	8.5 ^{Ba}	9.3 ^{ABa}	9.0 ^B	0.8	1.6	3.5
CME	8.3 ^{Ba}	7.6 ^{Ba}	8.6 ^{Ba}	8.2 ^B	0.8	2.2	4.9
CTA	12.7 ^{Aa}	14.5 ^{Aa}	14.3 ^{Aa}	13.7 ^A	0.9	3.7	8.1
Promedio	10.1 ^a	10.2 ^a	10.6 ^a	10.3	0.9	2.0	4.4
Sig.	0.008	0.006	0.09	0.0005			
EEM	1.3	1.5	2.6	0.7			
DMS	2.8	3.2	5.6	1.6			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). Sig. = Significancia. EEM = Error Estándar. DMS = Diferencia Mínima Significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).

Cuadro 14. Altura (AP) (cm) de *Lotus corniculatus* L., sometido a diferentes frecuencias e intensidades de cortes, en invierno, bajo condiciones de invernadero, en el sureste de Coahuila, México.

FC	IC			Promedio	Sig.	EEM	DMS
	3 cm	6 cm	9 cm				
CTE	14.2 ^{Ba}	15.3 ^{Ba}	16.3 ^{Ba}	15.2 ^B	0.1	1.1	2.4
CME	15.8 ^{Ba}	15.1 ^{Ba}	17.1 ^{Ba}	16.0 ^B	0.1	1.3	2.8
CTA	22.4 ^{Aa}	22.1 ^{Aa}	22.4 ^{Aa}	22.4 ^A	0.3	1.9	4.2
Promedio	17.5 ^a	17.5 ^a	18.7 ^a	17.9	0.3	0.8	1.9
Sig.	0.001	0.02	0.07	0.007			
EEM	1.3	2.1	2.3	1.5			
DMS	2.9	4.6	5.1	3.4			

Medias seguidas por la misma letra mayúscula en la misma columna y medias seguidas por misma letra minúscula en la fila, no difieren ($p > 0.05$). Sig. = Significancia. EEMM = Error Estándar. DMS = Diferencia Mínima Significativa. CTE = corte temprano (11 semanas). CME = corte medio (12 semanas) y CTA = corte tardío (13 semanas).