

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Acumulación de materia seca de *Lotus corniculatus* L., a diferentes días
de rebrote, en primavera

Por:

UDITH JETZAMING VARGAS VARGAS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero 2025.

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



Acumulación de materia seca de *Lotus corniculatus* L., a diferentes días de rebrote, en primavera

Por:

UDITH JETZAMING VARGAS VARGAS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero 2025.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Acumulación de materia seca de *Lotus corniculatus* L., a diferentes días
de rebrote, en primavera

POR:
UDITH JETZAMING VARGAS VARGAS

TESIS

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



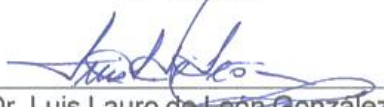
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Director



MC. Sait Juanes Márquez
Co-Director



Dr. Antonio Flores Naveda
Asesor



Dr. Luis Lauro de León González
Asesor



MC. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero 2025.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, febrero de 2025.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **Acumulación de materia seca de *Lotus corniculatus* L., a diferentes días de rebrote, en primavera** 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.

UDITH JETZAMING VARGAS VARGAS

Nombre



Firma

RESUMEN

Lotus corniculatus L., es una leguminosa nativa de Asia Occidental, ha sido introducida y adaptada a diferentes zonas, ya que tiene buenos rendimientos en suelos ácidos o con baja fertilidad, además de sus bajos requerimientos de agua. El objetivo del estudio fue identificar el punto máximo de biomasa en el genotipo 232098 de *Lotus corniculatus* L., a diferentes días de rebrote (DDR), en primavera, en el sureste de Coahuila, México. La fuente de variación evaluada fue cortes a diferentes días de rebrote, con un diseño de bloques al azar, utilizando el procedimiento PROC GLM del SAS y, una comparación de medias con Tukey ($p < 0.05$). Se observaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en los días de rebrote en el rendimiento de forraje (RF), composición botánica – morfológica (CBM), relación hoja:tallo (R:H/T), peso de la hoja por tallo (PHT), peso del tallo individual (PTI), altura de la planta (AP) y luz interceptada (LI). El mayor rendimiento de forraje se registró a los 56 DDR con 5,123 kg MS ha⁻¹, donde el componente hoja fue el que mayor aporte hizo al rendimiento total con un 76 por ciento (1,609 kg MS ha⁻¹), seguido por el tallo con un 22 por ciento (568 kg MS ha⁻¹), maleza con dos por ciento (60 kg MS ha⁻¹) y, por último, el material muerto con un 0.4 % (16 kg MS ha⁻¹). Se obtuvo un valor máximo en la R:H/T de 8.3, a los siete DDR, descendiendo con un mínimo de 2.3 a los 63 DDR ($p < 0.05$). En el PHT, se observó que el máximo resultado se obtuvo a los 63 DDR, con un valor de 0.59 g MS tallo⁻¹, mientras que para el PTI se obtuvo a los 42 DDR, con 0.37 g MS tallo⁻¹. Las mayores AP con plato se registraron a los 56 y 35 DDR, con valores de 16.3 y 2.4 cm, respectivamente. Así mismo, la mayor LI, se presentó a los 49 DDR, con un 35.8 por ciento. En conclusión, los DDR de la curva de acumulación de materia seca de *Lotus corniculatus* L., genotipo 202398, en la estación de primavera, es entre los 49 y 56 días de rebrote, donde se encuentran las mejores características forrajeras.

Palabras claves: *Lotus corniculatus* L., rendimiento de forraje, composición botánica – morfológica, días de rebrote.

ABSTRACT

Lotus corniculatus L., a legume native to Western Asia, has been introduced and adapted to different areas, as it has good yields in acidic soils or soils with low fertility, in addition to its low water requirements. The objective of the study was to identify the maximum biomass point in the 232098 genotype of *Lotus corniculatus* L., at different days of regrowth (DDR), in spring, in the southeast of Coahuila, Mexico. The source of variation evaluated was cuts at different days of regrowth, with a randomized block design, using the PROC GLM procedure of the SAS and a comparison of means with Tukey ($p < 0.05$). Statistical differences ($p < 0.05$) were observed on regrowth days in forage yield (RF), botanical-morphological composition (CBM), leaf:stem ratio (R:H/T), leaf weight per stem (PHT), individual stem weight (ITP), plant height (AP), and intercepted light (LI). The highest forage yield was recorded at 56 DDR with 5,123 kg DM ha⁻¹, where the leaf component was the one that made the greatest contribution to the total yield with 76 percent (1,609 kg DM ha⁻¹), followed by the stem with 22 percent (568 kg DM ha⁻¹), weed with two percent (60 kg DM ha⁻¹) and, finally, the dead material with 0.4 % (16 kg DM ha⁻¹). A maximum value in the R:H/T of 8.3 was obtained at the seven DDRs, decreasing with a minimum of 2.3 at 63 DDRs ($p < 0.05$). In the PHT, it was observed that the maximum result was obtained at 63 DDRs, with a value of 0.59 g DM stem⁻¹, while for the PTI it was obtained at 42 DDRs, with 0.37 g DM stem⁻¹. The highest PAs with a dish were recorded at 56 and 35 DDRs, with values of 16.3 and 2.4 cm, respectively. Likewise, the highest LIs were presented at 49 DDRs, with 35.8 percent. In conclusion, the DDR of the dry matter accumulation curve of *Lotus corniculatus* L., genotype 202398, in the spring season, is between 49 and 56 days of regrowth, where the best forage characteristics are found.

Keywords: *Lotus corniculatus* L., forage yield, botanical-morphological composition, days of regrowth.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

*Te hare entender y, te enseñaré el camino en que debes andar.
Sobre ti fijaré mis ojos.*

Salmos 32:8

El principio de la sabiduría es el temor de Jehová; Los insensatos desprecian la sabiduría y la enseñanza.

Proverbios 1:7

Haced espadas de vuestros azadones, lanzas de vuestras hoces; digan el flaco: Fuerte soy.

Joel 3:10

MIS PADRES

Abel y Ana, quienes han sido mi compañía incondicional y apoyo, gracias por ser el refugio idóneo en días de flaqueza y momentos hostiles. Gracias por ser el lugar donde festejo mis logros. Simplemente, gracias a mis padres. Los amo señores.

Oye a tu padre, aquel que te engendró; y cuando tu madre envejeciere, no la menosprecies.

Proverbios 23:22

DR. PERPETUO ÁLVAREZ VÁZQUEZ

Gracias por las enseñanzas tanto académicas, como de vida, pues usted además de asesorarme como un estudiante más, fue un oído atento a los infortunios que llegué a vivir, recordándome en más de una ocasión que no debo alejarme de Dios.

*Mejor es oír la reprensión del
sabio, que la canción de los
necios.*

Eclesiastés 7:5

AMISTADES DE LICENCIATURA Y POSGRADO

Betty, “José de Jesús”, Norma, Astrid, Felipe, al Dr. Delgado, al M.C Juanes, al M.C Laureano, a la MC. Maricela, gracias por las buenas compañías, por la gran variedad de conversaciones, por los buenos recuerdos, por la ayuda y por el apoyo que pudieron ofrecerme.

*Doy gracias a mi Dios en
toda memoria de vosotros.*

Filipenses 1:3

DEDICATORIA

A MIS PADRES: ANA PATRICIA VARGAS RONQUILLO Y ABEL VARGAS CASTRO

A mis **padres**, por su amor incondicional y apoyo constante a lo largo de este viaje académico. Por haber confiado en mis sueños y haberme dado las herramientas para llegar hasta el final. Este logro es tan suyo como mío, porque sin ustedes mi camino al triunfo habría sido más complicado.

PARA MÍ MISMO.

Dedico esta tesis **a mi yo** más joven, a una joven llena de posibilidades y deseos, pero también, una con miedos e inseguridades. Que este logro sea un recordatorio de la importancia de perseverar y nunca dejar de querer **más**.

“Solo nosotros decidimos que tan arriba queremos llegar”

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.2 Objetivo general	3
1.3 Objetivos específicos.....	3
1.4 HIPÓTESIS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
1.5 Antecedentes de la especie en estudio	5
1.5.1 Origen.....	5
1.5.2 Taxonomía	5
1.5.3 Descripción agronómica	5
1.5.4 Descripción morfológica	6
1.5.5 Adaptabilidad de <i>Lotus corniculatus</i> L.....	7
1.5.6 Plagas que afectan al cultivo.....	8
1.6 Factores que pueden afectar el crecimiento de los cultivos	8
1.6.1 Radiación solar.....	8
1.6.2 Temperatura.....	9
1.6.3 Humedad.....	9
1.6.4 Suelos	9
1.7 Factores que afectan el proceso de rebrote en forrajes	10
1.7.1 Índice de area foliar	10
1.7.2 Meristemos de crecimiento.....	10
1.7.3 Reserva de carbohidratos	11
1.7.4 Frecuencia e intensidad de cosecha	11

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3.1 Descripción del área experimental	5
3.2 Condiciones climáticas durante el experimento	5
3.3 Manejo de las parcelas experimentales	13
3.4 Tratamientos y diseño experimental.....	14
3.5 Variables evaluadas	14
3.5.1 Rendimiento de forraje	14
3.5.2 Composición botánica – morfológica.....	14
3.5.3 Relación:hoja/tallo	15
3.5.4 Altura de la planta	15
3.5.5 Peso de tallo individual.....	16
3.5.6 Peso de hoja por tallo.....	16
3.5.7 Relación solar interceptada	16
3.6 Análisis estadístico	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1 Rendimiento de forraje	14
4.2 Composición botánica-morfológica	19
4.3 Altura de la planta	22
4.4 Relación:hoja/tallo	23
V. CONCLUSIONES.....	22
VI. LITERATURA CITADA.....	23
VII. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Componentes morfológicos de *Lotus corniculatus* L. (Fitton, M. S. y Fitton. E.,1817)..... 7
- Figura 2.** Datos semanales de la temperatura máxima, mínima y precipitación acumuladas durante el periodo experimental (primavera de 2023). Información obtenida de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos de la institución (RUOA,UAAAN,Saltillo).....13
- Figura 3.** Rendimiento de materia seca (Kg MS ha⁻¹) del genotipo 232098 de *Lotus corniculatus* L., cosechado a diferentes días de rebrote, durante la estación de primavera, en el sureste de Coahuila, México, 2022. Letras iguales en barras no muestran diferencias significativas (Tukey:p>0.05)..... 14
- Figura 4.** Composición botánica – morfológica de *Lotus corniculatus* L., cosechado a diferentes días de rebrote durante la estación de primavera, en el sureste de Coahuila,México,2023..... 21
- Figura 5.** Altura de *Lotus corniculatus* L., con el método de regla y plato (cm), cosechado durante 63 días de rebrote en la estación de primavera en el sureste de Coahuila, México. Letras iguales en los marcadores no muestran diferencias significativas (Tukey:p>0.05)..... 23
- Figura 6.** Relación hoja/tallo (R:H/T) de *Lotus corniculatus* L., cosechado durante 63 días de rebrote en la estación de primavera en el sureste de Coahuila, México. Letras iguales en las barras no muestran diferencias significativas (Tukey: p>0.05)..... 24
- Figura 7.** Peso seco de la hoja y el tallo (g MS hoja tallo⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., cosechado durante 63 días del rebrote en la estación de primavera en el Sureste de

Coahuila, México. Letras diferentes en las barras muestran diferencias significativas (Tukey: $p < 0.05$)..... 26

Figura 8. Porcentaje de Luz Interceptada (%) en *Lotus corniculatus* L., cosechado en primavera, durante 63 días de rebrote, en el sureste de Coahuila, México. Letras iguales en los marcadores no muestran diferencias significativas (Tukey: $p > 0.05$)..... 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos taxonómicos de <i>Lotus corniculatus</i> L.....	5
Tabla 2. Plagas que afectan el cultivo <i>Lotus corniculatus</i> L.....	8
Tabla 3. Variables analizadas en <i>Lotus corniculatus</i> , cosechado a diferentes días de rebrote en la estación de primavera, 2023, en el sureste de Coahuila, México.....	39
Tabla 4. Componentes morfológicos, analizados en <i>Lotus corniculatus</i> L., cosechado a diferentes días de rebrote en la estación de primavera 2023, en el sureste de Coahuila, México.....	40

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en México, la alfalfa y los tréboles son los cultivos más utilizados, que poseen características de crecimiento y nutricionales, que son atractivos para los ganaderos, sin embargo, no todos poseen la capacidad de adaptarse en cualquier entorno. Estas especies de leguminosas son plantas forrajeras capaces de ser una buena fuente de alimento, ya que, pueden cubrir gran parte de los requerimientos nutricios del animal, esto es, debido a la fuente de proteína la cual es almacenada en las hojas (García *et al.*, 2015). Por lo anterior, Feria (2006) explica que para poder tener una buena producción forrajera es necesario identificar las condiciones ambientales en las que se va a sembrar, debido a que un factor importante es que la planta pueda producir satisfactoriamente bajo factores desfavorables. Actualmente en México, la alfalfa (*Medicago sativa* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), son los cultivos más utilizados, y aunque tienen características nutricionales atractivas, poseen limitaciones para adaptarse a ciertos tipos de suelos y climas, además de que, un mal manejo del pastoreo u ofrecido en fresco, puede provocar timpanismo en el ganado (García *et al.*, 2015). Otro factor limitante, es su alto requerimiento de agua para una óptima producción, ya que, en la actualidad reducir el consumo de este recurso es una de las prioridades más sobresalientes para una eficiencia productiva, por la demanda de aumentar la productividad de los cultivos mediante un mínimo consumo de agua (FAO, 2013).

Por su parte, trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), con origen en Europa y Asia Occidental, ya establecido en América del Sur y América del Norte, África, Australia y Nueva Zelanda (Santos *et al.*, 2001). Es un cultivo introducido y que, al ser adaptado a diferentes zonas climáticas del mundo, tiene mejores rendimientos en comparación a otras especies forrajeras, en suelos ácidos, con baja fertilidad y sus necesidades de humedad son significativamente menores a la de la alfalfa (Paim y Riboldi, 1991). Tolerancia un pH de 6.5 a 7.5 (Canals *et al.*, 2009), se desarrolla en suelos arcillosos, arenosos, ligeramente alcalinos y ha demostrado tener una excelente resistencia a heladas y a sequías (García *et al.*, 2003). Sus primeros usos se reportan en pastoreo en praderas

monofíticas (Canals *et al.*, 2009). Estudios de productividad han registrado producciones de hasta 32,173 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, en la estación de primavera, bajo condiciones de una región templada en Montecillo, Texcoco, Edo. de México (Álvarez, 2017). Sin embargo, algunas desventajas son la susceptibilidad a enfermedades, plagas y problemas de producción, debido a que no responde aceptablemente a una alta frecuencia e intensidad de cosecha (Paim y Riboldi, 1991). En base a lo anterior, en el presente trabajo se busca caracterizar el genotipo 232098 de *Lotus corniculatus* L., bajo las condiciones del sureste de Coahuila, en la estación de primavera, con los objetivos siguientes.

1.1 OBJETIVOS

1.2 Objetivo general

- Determinar la acumulación de materia seca de *Lotus corniculatus* L., a diferentes días de rebrote en primavera.

1.3 Objetivos específicos

- Identificar, en una curva de acumulación de materia seca el punto máximo de producción de forraje en *Lotus corniculatus* L. genotipo 232098.
- Determinar el rendimiento de forraje y componentes morfológicos a diferentes días de rebrote en *Lotus corniculatus* L., genotipo 232098.
- Determinar altura con método de regla y plato, relación:hoja/tallo y, peso de hoja y tallo individual, a cortes sucesivos semanales en *Lotus corniculatus* L. genotipo 232098.

1.4 HIPÓTESIS

- Al determinar una curva de acumulación de materia seca *Lotus corniculatus* L. genotipo 232098, se espera encontrar el punto máximo de producción de forraje.
- Al determinar el rendimiento de forraje y componentes morfológicos a diferentes días de rebrote en *Lotus corniculatus* L., genotipo 232098, se espera que el componente morfológico que mayor aporte haga sea de la hoja.

- Al determinar altura con método de regla y plato, relación hoja/tallo y, peso de hoja y tallo individual, a cortes sucesivos semanales en *Lotus corniculatus* L. genotipo 232098, se espera encontrar que la altura, peso de hoja y tallo incremente a mayores días de rebrote, mientras que la relación:hoja/tallo se reduzca a mayores días de rebrote.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1.5 Antecedentes de la especie en estudio

1.5.1 Origen

Lotus corniculatus L. (trébol pata de pájaro) es una planta forrajera perteneciente a la familia *Fabaceae*, es nativa de las regiones de Europa y Asia Occidental. Es productora de forraje con excelente calidad nutricia, pudiendo ser comparada con *Medicago sativa* L. (alfalfa) y *Trifolium repens* L. (trébol blanco), además de que su resistencia a sequías y a diferentes suelos, la vuelve un forraje muy atractivo para la actividad agropecuaria (Grant y Small, 1996). Su distribución se registra desde el Norte de África, Asia menor, Sudamérica, y Australia Actualmente se ha establecido en EE. UU. y en la Península Ibérica (Canals *et al.*, 2009), ya que de acuerdo con Steiner y de los Santos (2001), ha demostrado una excelente adaptabilidad, a diferentes nichos ecológicos.

1.5.2 Taxonomía

En la Tabla 1, se presentan los datos taxonómicos de la especie *Lotus corniculatus* L., perteneciente al género *Lotus*, el cual de momento incluye más de 200 especies distribuidas a nivel mundial, siendo el Mediterráneo la región de mayor divergencia (Papadopoulos y Kelman, 1999).

Tabla 1. Datos taxonómicos de *Lotus corniculatus* L.

Nombre científico	<i>Lotus corniculatus</i> L.
Nombre común	Trébol pata de pájaro
Reino	<i>Plantae</i>
Clase	<i>Equisetopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Género	<i>Lotus</i>
Especie	<i>Lotus corniculatus</i> L.

Fuente: AVH (2016).

1.5.3 Descripción agronómica

El género *Lotus* alberga especies anuales y perennes, una de ellas es el *Lotus corniculatus* L., que desde el punto de vista agronómico es la más importante de este género por su alto valor nutricional; buen contenido de minerales y proteínas de calidad, lo que complementa a los cereales (Grant y Niizeki, 2009). Es una leguminosa que puede crecer donde otros cultivos no lo hacen, convirtiéndola en un forraje con grandes ventajas en el mercado agrícola (Undersander *et al.*, 1993; Grabber *et al.*, 2014). Puede ser utilizada como ensilado, heno y/o ofrecerse en fresco y, por su contenido de taninos condensados es un alimento que no provoca timpanismo, volviéndolo atractivo para su uso en pastoreo (Büyükyildiz *et al.*, 2023), ya que, una concentración moderada de taninos condensados puede ayudar a reducir la degradación de las proteínas bacterianas del rumen y aumentar la degradación de las proteínas en el intestino, pero sin interferir en la digestión de la fibra (Min *et al.*, 2003; Piluzza *et al.*, 2014). Su porcentaje de proteína bruta oscila entre 16.7 y 20.5 por ciento y se han reportado producciones de materia seca de 1,872 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (García, 2015). Según un estudio en la estación de primavera, se demostró que el rendimiento forrajero puede llegar hasta los 32,173 kg MS ha⁻¹ año⁻¹ (Álvarez, 2017).

1.5.4 Descripción morfológica

En la Figura 1, se hace una descripción de la morfología de *Lotus corniculatus* L., ejemplificando los componentes principales. La inflorescencia nace sobre los pedúnculos ubicados en las hojas superiores, presentando generalmente de dos a cinco flores con pecíolos cortos y un cáliz con cinco sépalos unidos, los cuales miden de 2-6 mm de largo, pueden ser dentados, glabros y en algunos casos pubescentes. Los colores de la corola pueden variar desde un amarillo brillante hasta cobrizo o rojo ladrillo. Las vainas nacen de manera recta sobre el pedúnculo y una vez maduras pueden tener un largo de 1.5 - 3 cm y un ancho de 2-3 mm de color marrón. Las semillas son irregularmente redondas y aplanadas, su color varía según su madurez, pueden ir desde un olivo a un pardo casi negro. Tiene tallos postrados que se extienden por el suelo y tallos aéreos, estos son delgados, ramificados, glabros y pueden alcanzar medidas de 50 a 80 cm de largo. Posee hojas con tres folíolos digitales, los cuales pueden ser ovados, obtusos o digitados, y dos folíolos basales, estos son sésiles con cierto parecido a una estípula (Jones y Turkington, 1986). Posee una raíz pivotante con ramificaciones laterales, haciendo de esta un sistema fibroso, el tallo principal posee nudos que al encontrarse con el suelo producen raíces más pequeñas (Carámbula y Ayala, 2009).



Figura 1. Componentes morfológicos de *Lotus corniculatus* L. (Fitton, M. S. y Fitton. E., 1817).

1.5.5 Adaptabilidad de *Lotus corniculatus* L.

Lotus corniculatus L. es una especie herbácea que puede prevalecer en praderas y pastizales (Barry *et al.*, 2003). Es un forraje que muestra una buena resistencia al frío, a las sequías y al exceso de humedad (Grant y Niizeki, 2009). La distribución de esta leguminosa se ha ampliado, habitando desde zonas sub boreales en el norte de Escandinavia, hasta latitudes cercanas al ecuador, Etiopía, Uganda, Kenia y la República Democrática del Congo (Steiner, 1999). En la actualidad se ha establecido en regiones con climas cálidos como América del Sur y Norte, Australia y Nueva Zelanda (Grant, 1991). Puede crecer en suelos con pH de 6.5 a 7.3 y al no ser un cultivo

muy exigente tiene la facilidad de desarrollarse en suelos con salinidad, acidez o mal drenaje, aunque si necesita de una buena profundidad y cantidad de materia orgánica (García, 1972).

1.5.6 Plagas que afectan al cultivo

En la Tabla 2 se muestra información de las plagas que afectan al cultivo *Lotus corniculatus* L., que aun con su creciente popularidad, se conoce muy poco sobre plagas que pueden afectar al cultivo, disminuyendo así la producción del forraje o de semillas. Al respecto, Neunzing y Gyrisco (1955), estudiaron las agrupaciones abundantes de varias especies de insectos que fueron encontrados en cultivos de Nueva York y que ocasionaron pérdidas de inflorescencia y una prolongación del desarrollo de las plantas, mientras que otras plagas de poblaciones más pequeñas dañaron las semillas, debido a que las larvas de los mismo se alimentaban de ellas cuando se encontraban en crecimiento.

Tabla 2. Plagas que afectan el cultivo *Lotus corniculatus* L.

Nombre común	Nombre científico
Cigarra espumadora	<i>Philaenus spumarius</i>
Saltahoja verde	<i>Empoasca fabae</i>
Chinche de la alfalfa	<i>Adelphocoris lineolatus</i>
Chinche ligus	<i>Lygus lineolaris</i>
Plagiognathus chrysanthemii	<i>Plagiognathus chrysanthemii</i>

Fuente: Neunzing y Gyrisco (1955).

1.6 Factores que pueden afectar el crecimiento de los cultivos

1.6.1 Radiación solar

Cuando las plantas interceptan menos luz, los rendimientos de sus componentes (hojas, tallos y raíces) disminuyen, esto debido a la poca actividad fotosintética

(Feigenbaum y Mengel, 1979), resultando una variación en la producción de biomasa según la estación del año. En climas templados, la estación que presenta mayor producción es verano, donde la radiación solar y su intercepción se incrementan, trayendo consigo un aumento en la producción de materia seca (Hodgson, 1990).

1.6.2 Temperatura

El crecimiento de las plantas forrajeras tiene una relación directa con la temperatura ambiente, ya que, se tendrán mejores resultados en la producción de biomasa cuando la especie está en equilibrio con la temperatura, además de que es importante observar su efecto en los forrajes, para así poder desarrollar mejores prácticas de manejo (Nelson y Smith, 1969).

1.6.3 Humedad

La humedad que proporciona el ambiente donde se desarrollan las plantas, es clave para un crecimiento óptimo. Condiciones elevadas de humedad puede ocasionar una oxigenación baja, debido a que un medio saturado, limita la aeración del suelo y repercute en crecimiento radical, tomando por lo general una tonalidad amarilla y/o un crecimiento pobre de las mismas, mientras que, una humedad baja nos traerá una disminución en el tamaño de la hoja (Muslera y Ratera, 1991).

1.6.4 Suelos

Forrajes como el trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.), requieren de suelos con buena fertilidad y profundidad, esto quiere decir que la producción llegará a su máximo punto si se desarrollan en suelos capaces de suministrarles los nutrimentos que estas necesitan, de lo contrario, la producción será pobre, lo cual puede llegar a ser una limitante, ya que, no siempre se tienen dichas condiciones en diferentes nichos ecológicos (Havlin *et al.*, 1999). Sin embargo, *Lotus corniculatus* L., tienen la capacidad de desarrollarse en una amplia

variedad de suelos, desde fuertemente alcalinos, hasta ácidos y muy arcillosos (Copăcean *et al.*, 2019). Así mismo, puede ser cultivado en suelos con un mal drenaje, convirtiéndolo en un forraje muy popular y atractivo para los productores (Wipfli *et al.*, 1989).

1.7 Factores que afectan el proceso de rebrote en forrajes

1.7.1 Índice de área foliar

Müller *et al.* (2005), definieron como área foliar, al área del suelo ocupada por hojas de una población de cualquier especie vegetal, mientras que según Molan (2004), el índice de área foliar (IAF) además de que permite la estimación de la capacidad fotosintética del cultivo, también es la relación que existe entre la acumulación de materia seca y el rendimiento del forraje, bajo condiciones ambientales de la región en la que se desarrolle. Así que, conforme la tasa de IAF aumenta, también aumenta tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), llegando a un punto óptimo en el que se producirá una reducción de esta.

Por su parte, Carnevalli *et al.* (2006) explicó que el IAF es importante, ya que, con él se pueden determinar los intervalos de corte o el número de ocupación y el tiempo de ocupación de las pasturas, por tanto, es imprescindible determinar este parámetro para realizar un manejo adecuado de los cultivos. No obstante, hay factores que pueden hacer variar el índice de área foliar, como la temperatura, la luz, la fertilidad del suelo, el manejo de los forrajes, la fisiología de la planta y la disponibilidad de agua, así que, de acuerdo con la región y humedad presente, serán los principales responsables de dichas variaciones, posterior a un aprovechamiento (Santos *et al.*, 2004).

1.7.2 Meristemos de crecimiento

Los meristemos están compuestos por células indiferenciadas, conocidas como células meristemáticas, estas son importantes para el crecimiento y desarrollo de los

tejidos y órganos vegetales, ya que poseen la capacidad de dividirse a través de mitosis y están localizados en zonas específicas, como la raíz, tallos y hojas, que son centros de crecimiento. Algunas leguminosas para forraje, como los tréboles, tienen estas zonas por debajo de la defoliación hecha por el pastoreo y al no ser dañados la producción de nuevos tejidos es más rápida (Skinner y Moore, 2007).

1.7.3 Reserva de carbohidratos

La reserva de carbohidratos, junto con la cantidad de tejido y meristemas removidos por un corte o pastoreo, son los que determinan el tiempo de recuperación de la pastura, ya que cuando la defoliación se realiza sin manejo específico, con alta intensidad y baja frecuencia, serán los carbohidratos no estructurales ubicados en la base de los tallos y raíces los que promoverán el rebrote (Volenc *et al.*, 1996). Los carbohidratos son los que proporcionan energía a la planta para que esta pueda regenerar los tejidos removidos en la defoliación, así es como los forrajes pueden ser pastoreados en repetidas ocasiones, además de que también le proporcionan la energía necesaria, cuando están expuestas a situaciones desfavorables o favorables como sequías o inundaciones y su crecimiento (Duthil, 1989).

1.7.4 Frecuencia e intensidad de cosecha

Se entiende por frecuencia de cosecha, al número de cortes o pastoreos al que es sometido un forraje, en un período de tiempo ya establecido, estas cosechas deben estar programadas de acuerdo con las características de la especie, estación del año y composición botánica-morfológica (Speeding, 1971). Entonces, se entiende que la frecuencia determina el porcentaje de materia seca cosechada durante cierto número de intervalos de tiempo, respecto a la cantidad de forraje que se tiene en la parcela (Mendoza *et al.*, 2010). Por otro lado, Zebadúa *et al.* (2001) explican que, la intensidad de cosecha va de la mano con la frecuencia del corte, ya que esta se refiere, a la cantidad de forraje que se cosecha de un solo individuo sobre el suelo, siendo entonces uno de los factores que determinan el rendimiento del cultivo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área experimental

El estudio fue realizado durante la estación de primavera de 2023, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, específicamente en la zona experimental conocida como “El Bajío”, con coordenadas 25° 23′ 10″ de Latitud Norte y 101° 00′ 52″ de Longitud Oeste, a una altitud de 1,783 m. La región presenta un clima templado semiseco con un promedio de temperatura de 18 °C y una precipitación anual de 363 mm (Lindsey, R. 2010). De acuerdo con Laureano (2020), el suelo presenta una textura migajón arcilla-arenoso, un pH de 7.38 y un porcentaje de materia orgánica del 3.026 %.

3.2 Condiciones climáticas durante el experimento

En la Figura 2, se muestran datos de las temperaturas y precipitación registrada a lo largo del periodo experimental, dichos datos se obtuvieron por medio de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos de la institución (RUOA-UAAAN). Se puede observar un promedio de 38 °C como máxima y uno de 14°C como mínima. La mayor precipitación acumulada fue a los 21 días de rebrote con un 38.2 mm.

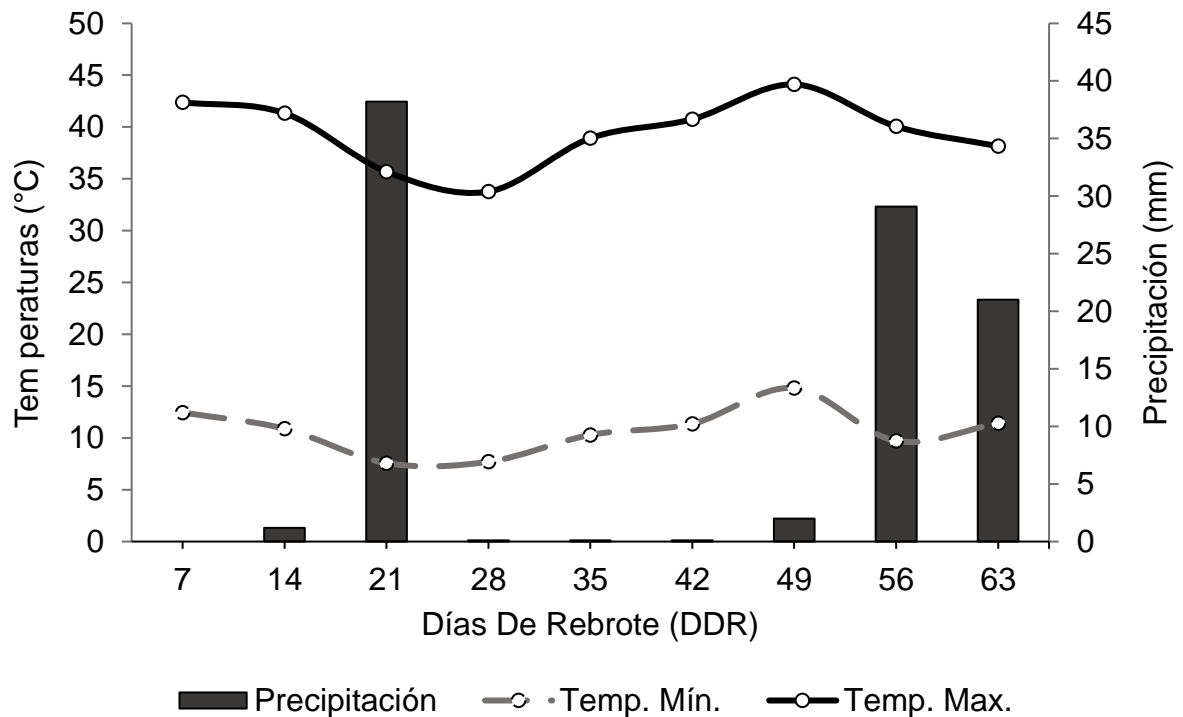


Figura 2. Datos semanales de la temperatura máxima, mínima y precipitación acumuladas durante el periodo experimental (primavera de 2023). Información obtenida de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos de la institución (RUOA, UAAAN, Saltillo).

3.3 Manejo de las parcelas experimentales

Se estudió el genotipo 232098 de *Lotus corniculatus* L., se utilizaron tres parcelas de 6.25 m² (2.5 x 2.5 m), establecidas mediante trasplante el 13 de septiembre de 2022, con nueve plantas por fila y nueve por columna, dando una densidad de nueve plantas m². El material fue reproducido vegetativamente previamente en invernadero para posteriormente ser establecidas en las parcelas experimentales. Se asignó un riego por inundación a capacidad de campo dependiendo de la necesidad de humedad.

3.4 Tratamientos y diseño experimental

La fuente de variación fueron nueve cortes de rebrote semanales, a los cuales fue sometida la especie de estudio, durante la estación de primavera, con un diseño experimental de bloques completamente al azar, con tres repeticiones y con un factor de bloqueo que fue la pendiente y el riego.

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Rendimiento de forraje

Para esta variable se cortaron cuatro plantas, ubicadas en un área de 0.25 m², siguiendo una sucesión que inició en cada orilla de las parcelas, respetando el efecto orilla y así sucesivamente en cada repetición y en cada corte programado por día de rebrote. Los cortes fueron a una altura de cinco centímetros sobre el suelo, depositando el forraje en bolsas de papel previamente identificadas. Después fueron llevadas a una estufa de aire forzado, modelo POM246F SERIAL No. P6-800, para ser secadas a una temperatura de 55 °C por 72 h o hasta peso constante.

3.5.2 Composición botánica – morfológica

Posterior a una previa uniformización de las muestras utilizadas para estimar rendimiento de forraje, se tomó una submuestra de aproximadamente 10 por ciento del forraje cosechado, para ser separada en hoja, tallos, material muerto, inflorescencia y maleza, teniendo como objetivo obtener el rendimiento total del forraje. Todos los componentes fueron separados e identificados en bolsas de papel, para después ser sometidos a una estufa de aire forzado y, ser secadas a una temperatura de 55 ° por 72 h, a peso constante. Para determinar el peso seco, se empleó una báscula analítica modelo adventurer Pro AV264C, marca OHAUS. Los datos fueron utilizados para determinar el porcentaje y peso de MS ha⁻¹ de aportación al rendimiento total, mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{CBM (\%)} = \left[\frac{\text{Peso total del componente}}{\text{Peso total de la CBM}} \right] 100$$

$$\text{CBM (kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}) = \frac{\text{Componente (\%)} * \text{RMS (g MS planta}^{-1})}{100}$$

3.5.3 Relación:hoja/tallo

Tomando los datos obtenidos en la composición botánica y morfológica de los componentes hoja y el tallo, se realizaron los cálculos para estimar la relación entre hoja y el tallo, utilizando la formula siguiente:

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

Donde:

H:T = Relación: hoja/tallo.

R= Relación del peso de la hoja, respecto a la del tallo.

H = Peso seco del componente hoja (kg MS ha⁻¹).

T = Peso seco del componente tallo (kg MS ha⁻¹).

3.5.4 Altura de la planta

Se tomaron diez alturas completamente al azar en cada una de las tres repeticiones, en cada edad de rebrote, implementado dos métodos de medida: regla y plato, ambos con una longitud de 100 centímetros y una precisión de graduación de un milímetro, dichas medidas fueron tomadas antes de realizar el corte, después de ser registradas se calculó el promedio de las alturas por repetición.

3.5.5 Peso de tallo individual

Se cosecharon diez tallos en cada repetición y edad de rebrote, para posteriormente ser colocados en bolsas de papel ya identificadas, donde fueron separados la hoja y el tallo y depositadas en una estufa de aire forzado, modelo POM246F SERIAL No. P6-800, para ser secados a una temperatura de 55 °C durante 72 hrs a un peso constante. Una vez retirados de la estufa, fueron pesados en la báscula analítica y dichos pesos fueron divididos entre diez, obteniendo así el peso del tallo individual en gramos de MS (g MS tallo⁻¹).

3.5.6 Peso de hoja por tallo

Las hojas obtenidas de los diez tallos recolectados fueron secadas en la estufa de aire forzado, para ser secadas a una temperatura de 55 °C durante tres a cuatro días completos hasta obtener un peso constante, pasado el tiempo requerido, fueron sacadas y pesadas en una báscula analítica, y con el dato obtenido aplicar la formula:

$$PH^*T=PHT/10$$

Donde:

PH*T= Peso de hoja por tallo (g MS hoja tallo⁻¹)

PHT= Peso de hoja total (g MS hoja 10 tallos⁻¹)

3.5.7 Relación solar interceptada

Para determinar el porcentaje de luz interceptada, se utilizó una barra light o sensor de quantum de 70 cm de longitud, modelo PS-100, Apogee, Inst, Utah, USA, la cual se empleó de manera horizontal, con una orientación N—S, debidamente anivelada previas mediciones, mediante una burbuja ubicada en el equipo. Se tomaron tres lecturas por cada repetición antes del corte, las lecturas se realizaron al medio día, cuando el sol está en su punto más alto y los rayos de este caen de forma perpendicular sobre la pradera. Las lecturas se ejecutaron sobre y debajo del dosel, esto con el

objetivo de registrar la luz recibida (100 %), mientras que el dato registrado por debajo del dosel fue la luz no interceptada por la planta. Con dichos registros se determinó el porcentaje de luz interceptada por repetición (Pedroza y Alvares, 2022), haciendo uso de la formula:

$$\% \text{ LI} = 100 - (\text{LT} * 100) / \text{LR}$$

Dónde:

% LI = Porcentaje de luz interceptada.

LR = Cantidad de luz recibida ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ nm}^{-1}$). LT = Cantidad de luz transmitida ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ nm}^{-1}$).

3.6 Análisis estadístico

Para comparar el efecto de los días de rebrote sobre el cultivar evaluado, se analizaron los datos bajo un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) mediante el procedimiento GLM de SAS (Statistical Analysis System Versión 9.0 para Windows; SAS Institute, Cary NC. USA) y una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$), y se utilizó el modelo estadístico siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable de estudio

μ = Media general de la población estudiada

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (Días de rebrote)

β_j = Efecto del j -ésimo bloque (Repetición)

E_{ij} = Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de forraje

La Figura 3, muestra el rendimiento del forraje del *Lotus corniculatus* L., genotipo 232098, al ser cosechado semanalmente, de los siete a los 63 días de rebrote, en la estación de primavera 2023, en el sureste de Coahuila, México. En el análisis estadístico de los datos, se observó diferencia estadística ($p < 0.05$) entre las diferentes cosechas realizadas. A los 56 DDR del experimento se registró el mayor rendimiento de materia seca con 5,123 Kg MS ha⁻¹, mientras que a los 7 DDR, se observó la menor producción de biomasa con 169 kg MS ha⁻¹. Lo anterior, representa una tasa de crecimiento de 91 y 24 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, respetivamente cuando se deja la pradera establecida de los 7 a los 56 días de rebrote. Lo que indica que, va en aumento la acumulación de materia seca hasta los 56 DDR, y disminuye a los 63 DDR.

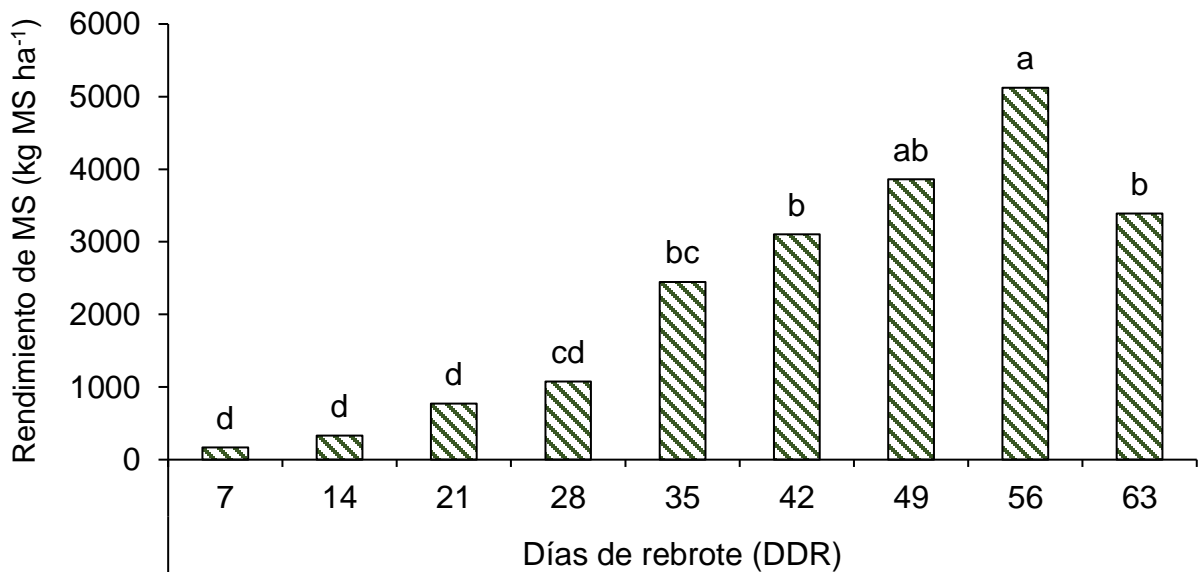


Figura 3. Rendimiento de materia seca (Kg MS ha⁻¹) del genotipo 232098 de *Lotus corniculatus* L., cosechado a diferentes días de rebrote, durante la estación de primavera, en el sureste de Coahuila, México, 2022. Letras iguales en barras no muestran diferencias significativas (Tukey: $p > 0.05$).

En un trabajo realizado por García *et al.* (2015), en el estado de México, reportaron valores menores del genotipo 232098, a los 49 días de rebrote, con una producción de 566.4 kg MS ha⁻¹, implementando frecuencias de corte de 45 días. No obstante, esto es atribuible a las diferencias climáticas y condiciones de suelo. Hay especies forrajeras que pueden presentar comportamientos similares al trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), como lo es el trébol rojo (*Trifolium pratense* L.), que puede tener un crecimiento positivo desde los siete hasta los 56 días de rebrote (Rojas *et al.*, 2019). Mientras que, un estudio realizado en dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), reveló que la variedad Oaxaca obtuvo su máxima acumulación de rebrote a los 49 DDR, mientras que la variedad Valenciana la obtuvo en los 42 DDR, pero a los 49 DDR presentó un descenso en la producción (Aparicio *et al.*, 2004).

4.2 Composición botánica-morfológica

En la Figura 4, se muestran las aportaciones de los componentes botánicos – morfológicos de *Lotus corniculatus* L., al rendimiento total de materia seca, cuando es cosechado a diferentes días de rebrote, en la estación de primavera 2023. En la aportación de porcentaje se observaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre cada componente, al igual que se presentaron diferencias ($p < 0.05$) entre cada componente dentro de cada corte. El componente hoja fue el que mayor aporte hizo al rendimiento total con un promedio de 76 por ciento, con 1609 kg MS ha⁻¹, a diferencia de los siete días de rebrote, el resto de las etapas de crecimiento hubo diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre componentes morfológicos, seguida por el tallo con un 22 por ciento, con 568 kg MS ha⁻¹, en distinción con los siete días de rebrote, la producción fue en aumento hasta el corte número ocho, para posteriormente a los 56 DDR el rendimiento disminuyó. El componente de maleza obtuvo un porcentaje promedio del dos por ciento, con un rendimiento promedio de 60 kg MS ha⁻¹. Para el rendimiento de material muerto, el porcentaje fue del 0.4 por ciento, con un rendimiento de 16 kg MS ha⁻¹, debido a que no hubo presencia de este hasta los 42 DDR y una vez más a los 56 y 63 DDR. No hubo presencia de inflorescencia a lo largo del desarrollo del cultivo, lo que indica que el fotoperiodo presentado en primavera no es suficiente para que este genotipo florezca.

García *et al.* (2015), registró que el componente hoja del genotipo 232098 de *Lotus corniculatus* L., tuvo un rendimiento promedio de 345.2 kg MS ha⁻¹, a los 49 DDR. Así mismo, un estudio realizado por Álvarez (2017), en cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., mostró que la hoja es la que aporta mayor rendimiento de forraje, al tener un 56 por ciento, seguido por el tallo con 30.5 por ciento, material muerto con 7 por ciento y maleza 4.5 por ciento. Por su parte Arroyo (2020), encontró que en el genotipo 226796, obtuvo un 77 por ciento en el componente hoja, seguido por el 23 por ciento en el tallo del genotipo 255301, mientras que el gen 226796, obtuvo un 1.3 por ciento de material muerto. Estos resultados son muy similares a esta investigación, a pesar de contrastar el sitio de experimentación; campo vs condiciones de invernadero. De acuerdo con Arroyo (2020), el comportamiento productivo del componente hoja, en los primeros días de rebrote de los genotipos 226796, 255301 y 226796, comenzó a disminuir, a los 49 DDR del 83, 91,79 por ciento, bajo a 71, 80 y 66 por ciento. Por otro lado, el tallo tuvo registros variados a los siete DDR, 17 y 21 por ciento, y 25 y 34 por ciento a los 49 DDR. El material muerto se presentó en los genotipos 226796 y 255301, hasta los últimos DDR con un promedio del 0.7 por ciento, sin embargo, la inflorescencia no tuvo presencia en ningún genotipo. En evaluaciones realizadas en las estaciones de otoño e invierno, con cultivos de *Medicago sativa* y dos genotipos de *Lotus corniculatus* L., se obtuvieron porcentajes del 74 por ciento en el componente de hoja, para el genotipo 255301, el tallo registro un 43 por ciento en la alfalfa y hubo un 16 por ciento de material muerto en el gen 232098 (Laureano, 2022).

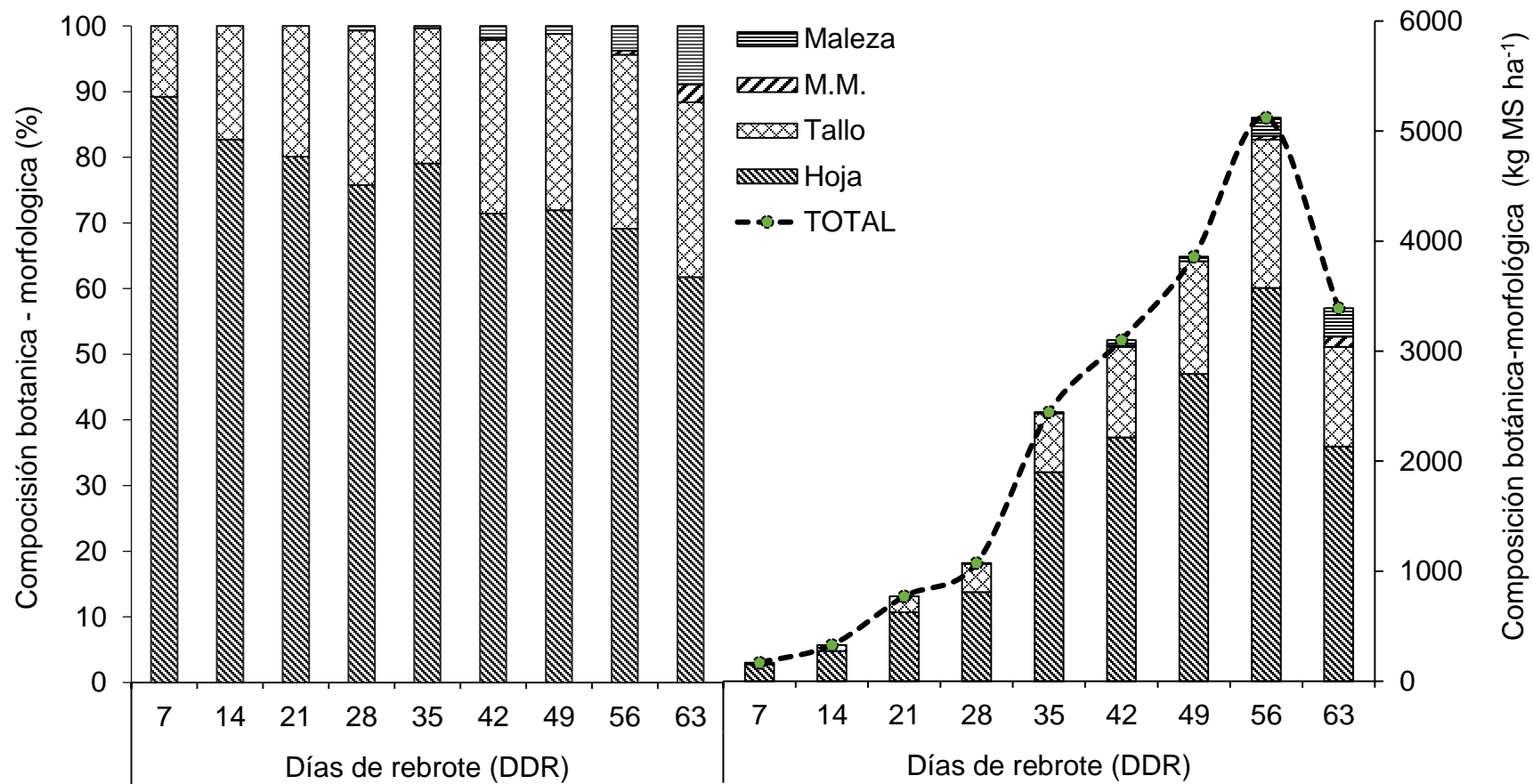


Figura 4. Composición botánica – morfológica de *Lotus corniculatus* L., cosechado a diferentes días de rebrote durante la estación de primavera, en el sureste de Coahuila, México, 2023.

Así mismo, en leguminosas como la *Medicago sativa*, al variar las frecuencias e intensidades de cortes, se puede observar que el mayor rendimiento del componente hoja fue a los 42 días con una intensidad de pastoreo alta, obteniendo 919 kg MS ha⁻¹, mientras que, el tallo al obtener un rendimiento de 1,017 kg MS ha⁻¹, supero a la hoja, en condiciones de pradera (Hernández *et al.*, 2012). En general, el tallo es el más cercano a la hoja, sin embargo esta es 54 puntos porcentuales superior, lo que indica que la calidad nutricia de este genotipo es buena, ya que en la hoja se encuentran concentrados la mayoría de los nutrimentos y es el componente de mayor digestibilidad.

4.3 Altura de la planta

En la Figura 5, se presentan los resultados obtenidos al evaluar la altura de *Lotus corniculatus*, con dos métodos de estimación, durante 63 días de rebrote, en la estación de primavera. Se observaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre cada cosecha con ambos métodos. El promedio la altura más alta fue a los 35 días de rebrote con el método de plato, teniendo este un valor de 2.4 cm de altura, en los siguientes días ya no hubo diferencia significativa ($p < 0.05$), mientras que, con la regla el promedio más alto se presentó a los 56 días de rebrote con una altura de 16.3 cm; por otro lado, los promedios más bajos se observaron a los siete días de rebrote con valores de 1.3 y 5.6 cm respectivamente.

De acuerdo con un estudio realizado por Gallegos (2022), en tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., y una variedad de *Medicago sativa* durante las estaciones de primavera y verano, los genotipos 232098 y 255301 fueron los que registraron mayores promedios de los tres genotipos evaluados en la estación de primavera con 15 y 16 cm de altura, mientras que el genotipo 226796 obtuvo un promedio de 11 cm. La alfalfa, por otro lado, fue la que obtuvo más altos valores para ambas estaciones, con promedios de 58 y 52 cm, respectivamente, lo anterior debido a que una especie como la alfalfa es de porte erecto, respecto al *Lotus corniculatus* L., el que se presenta en diferentes hábitos de crecimiento que va desde erecto a semi-erecto. Al respecto, García *et al.* (2015), explica que la producción de forraje en *Lotus corniculatus* L., está relacionada con la altura del individuo.

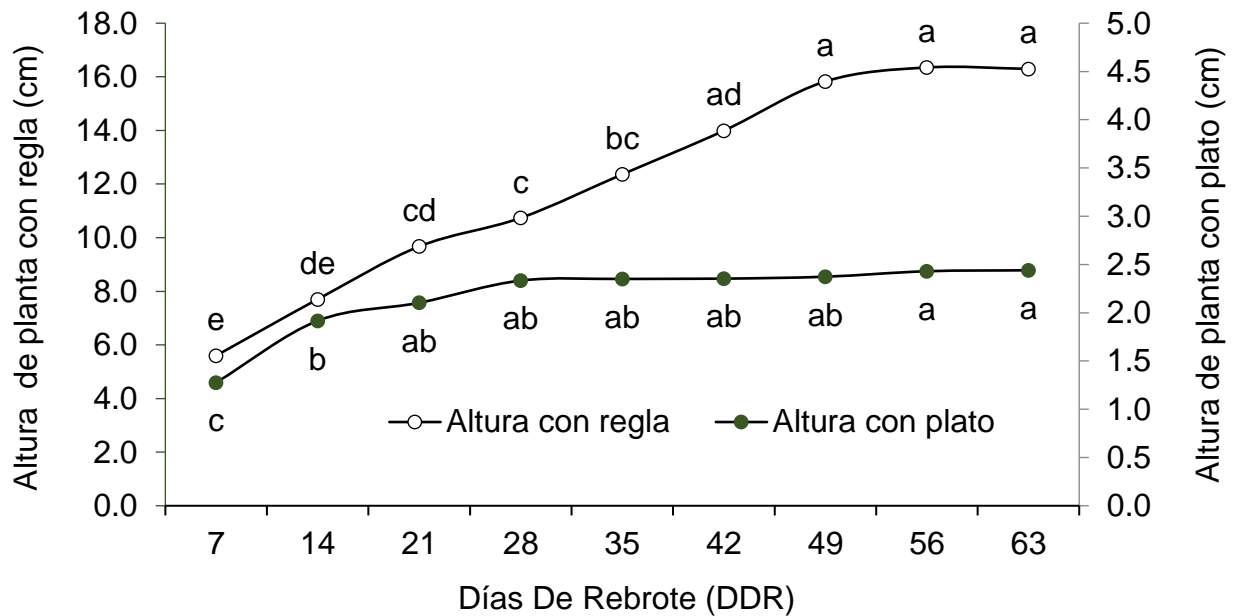


Figura 5. Altura de *Lotus corniculatus* L., con los métodos de regla y plato (cm), cosechado durante 63 días de rebrote en la estación de primavera en el sureste de Coahuila, México. Letras iguales en los marcadores no muestran diferencias significativas (Tukey: $p > 0.05$).

4.4 Relación:hoja/tallo

En la Figura 6, se presenta la tendencia de la relación del peso de la hoja respecto al peso del tallo, expresada como R:H/T, en *Lotus corniculatus* L., genotipo 202398. Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) a través de los días de rebrote evaluados; de los siete a los 63 días de experimento, iniciando con un promedio de 8.3 a los siete DDR, que fue superior al resto de los muestreos ($p < 0.05$). Un valor de 4.8 a los 14 DDR fue similar estadísticamente a los 21 y 28 DDR ($p > 0.05$). Así mismo, el resultado de la R:H/T registrado a los 21 DDR de 4.2, no presentó diferencias con los valores obtenidos a los 28, 35, 42, 49 y 56 DDR ($p > 0.05$), no obstante, el menor valor estadísticamente se presentó al final del estudio, a los 63 DDR con 2.3, pero este solo difirió a los 7, 14 y 21 DDR, valores mayores

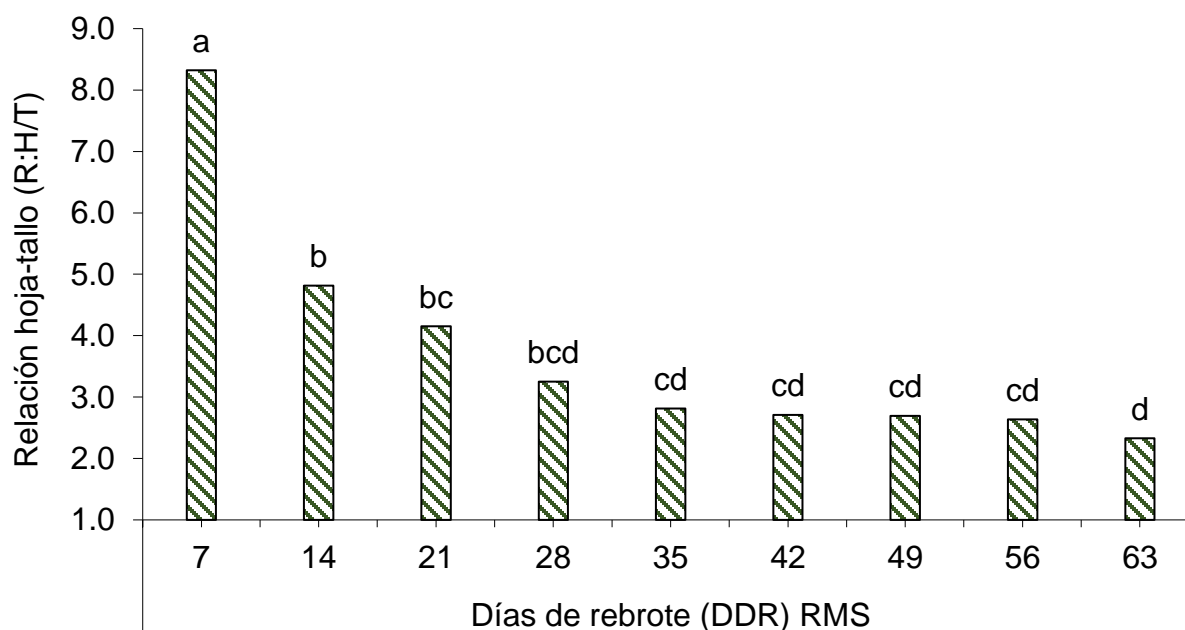


Figura 6. Relación hoja/tallo (R:H/T) de *Lotus corniculatus* L., cosechado durante 63 días de rebrote en la estación de primavera en el sureste de Coahuila, México. Letras iguales en las barras no muestran diferencias significativas (Tukey: $p > 0.05$).

García *et al.* (2015), obtuvo un valor de 1.8 en el genotipo 232098, valor claramente superado en el presente trabajo. Por su parte Hodgson *et al.* (1981), explican que el peso de la hoja es mayor respecto al del tallo, pero que esta relación se reduce conforme los días de rebrote avanzan, además de que la cantidad de tallos por planta varía según sea la estación del año en que se desarrolle el cultivo. De acuerdo con Arroyo (2020), el tallo mejoró su producción respecto a la hoja, conforme los días de rebrote avanzaron, tendencia similar a este estudio, sin embargo, se obtuvieron valores menores, ya que a los siete DDR tuvo un promedio de 1.1 *versus* 8.3. Por su parte Gallegos (2022), obtuvo diferencias estadísticas ($p < 0.05$) y resultados mayores a 3.0 en genotipos de *Lotus*, en la estación de primavera. Por otra parte, en estudios de alfalfa, la relación hoja-tallo disminuye al someterla a una cosecha de 49 DDR en la estación de invierno, obteniendo, una mayor R:H/T a los 28 DDR con un promedio de 51 por ciento (Mendoza, 2008). En otro estudio realizado en cuatro variedades de alfalfa, se pudo observar diferencia en la R:H/T, al aumentar la madurez de la planta, dicha relación disminuye debido a una menor producción de hoja respecto al tallo, mientras

que también se pudo notar que las estaciones donde se obtuvieron los mejores valores para esta variable fueron en otoño e invierno (Romero *et al.*, 2002).

4.5 Peso de la hoja y tallo individual

En la Figura 7, se presenta el peso de la hoja por tallo de *Lotus corniculatus* L., en primavera, durante 63 días de rebrote. En esta variable se puede observar que hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) solamente a los siete días de rebrote, con un promedio de 0.16 g MS tallo⁻¹, siendo este el valor más bajo registrado. Por otro lado, de los 14 a 63 días de rebrote los valores fueron en aumento, pero sin presentar una diferencia estadística ($p > 0.05$), ya que los primeros promedios estuvieron de 0.42 a 0.45 g MS tallo⁻¹ para los días 14 y 21 de rebrote, mientras que, los últimos valores aumentaron de 0.54 a 0.59 g MS hoja tallo⁻¹, en los días 56 y 63 de rebrote. Sin embargo, aunque después de los 14 DDR no se presentaron diferencias estadísticas, se nota un incremento en el peso de hoja por tallo individual, a través de los días de rebrote, a pesar de que su porcentaje de aportación va de forma inversa a los días de rebrote (Figura 4). En un estudio realizado en tres genotipos de *Lotus corniculatus* L, por Arroyo (2020), se encontró que el genotipo 232098 tuvo un comportamiento similar al que se presentó en este trabajo, ya que, sólo hubo diferencias estadísticas a los siete DDR con 0.01 g MS planta⁻¹, siendo este el menor promedio respecto a las demás cosechas. En las variedades Valenciana y Oaxaca de alfalfa, se encontraron comportamientos similares durante 56 días de rebrote en la estación de primavera, al obtener los mayores valores a los 21 y 35 DDR en cada variedad, para posteriormente descender en ambas variedades (Aparicio *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos al evaluar el peso de tallo individualmente en *Lotus corniculatus* L., genotipo 232098 en la estación de primavera durante 63 días de rebrote, se muestra en la Figura siete. Al realizar el análisis estadístico se observaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre días de rebrote. El mayor peso por tallo individual se registró a los 42 DDR con 0.37 g MS tallo⁻¹, sin embargo, este no presentó diferencias, desde los 14 hasta los 63 días de rebrote. Para el peso de tallo más bajo a los 7 días de rebrote

con un valor de 0.18 g MS tallo⁻¹, este no presentó diferencias con las evaluaciones hechas a los 14, 21, 28 y 63 DDR, lo que indica que al final de la evaluación el peso del tallo tiende a disminuir. En una evaluación realizada por Meuriot *et al.* (2005), en la alfalfa (*Medicago sativa* L.), a diferentes frecuencias e intensidades de corte, registraron un peso de tallo de 1.1 g por tallo, siendo este dato el de mayor valor. Por otro lado, Rojas *et al.* (2019), encontraron diferencias significativas en los pesos anuales obtenidos de un estudio realizado a tres variedades de alfalfa. En la alfalfa el peso del tallo suele ser muy marcado a comparación de los de *Lotus* debido a que su crecimiento es erecto mientras que en *Lotus* son rastreros.

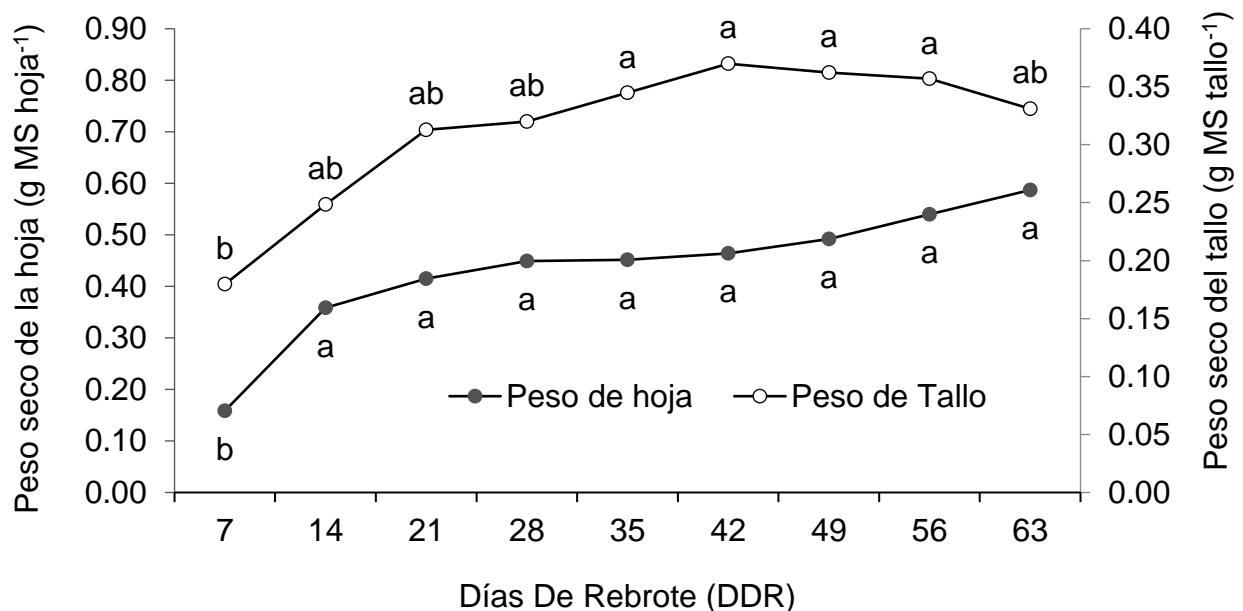


Figura 7. Peso seco de la hoja y el tallo (g MS hoja tallo⁻¹) de *Lotus corniculatus* L., cosechado durante 63 días del rebrote en la estación de primavera en el Sureste de Coahuila, México. Letras diferentes en las barras muestran diferencias significativas (Tukey: $p < 0.05$).

4.6 Luz interceptada

En la Figura 8, se presenta la tendencia de intercepción luminosa de *Lotus corniculatus* L., genotipo 232098 en condiciones climáticas de la estación de primavera, en el sureste de Coahuila, México. Se presentaron diferencias estadísticas entre días de rebrote ($p < 0.05$). El valor más alto se registró a los 49 días de rebrote con porcentaje de intercepción de 35.8 por ciento, sin embargo, este no fue diferente estadísticamente desde los 21 a los 56 días. No obstante, este valor no es el recomendable para una máxima intercepción de luz y óptimo rendimiento de forraje, ya que, de acuerdo con estudios realizados en gramíneas se ha determinado que para que una pradera alcance su máxima producción debe interceptar un 95 por ciento de luz interceptada (Da Silva 2002). Respecto al mínimo valor registrado a los siete días de rebrote, este correspondió a un 17.2 por ciento, siendo estadísticamente similar a los 14, 21 y 63 días de rebrote, lo que indica que, hasta un máximo porcentaje de luz interceptada alcanzado a los 49 días de rebrote, la especie en estudio reduce su dosel vegetal e intercepta menos cantidad de luz.

Al respecto, en investigaciones hechas en gramíneas de clima tropical y templado, se ha observado que el mejor momento de cosecha es cuando la planta intercepta el 95 por ciento de luz, ya que, es cuando hay poca acumulación de material muerto y encontraremos mayor producción de hoja (Wilson et al., 2018). Un estudio realizado por Alvares et al., (2018), donde se aplicó un pastoreo y un corte fijo en cultivos de *Lotus corniculatus* L, genotipo 260012, sugiere que la altura está relacionada con el porcentaje de LI, ya que registró valores del 100 por ciento de luz interceptada en las parcelas donde la altura era de 26 cm, mientras que en cultivos donde la altura era de 23 cm la LI era menor

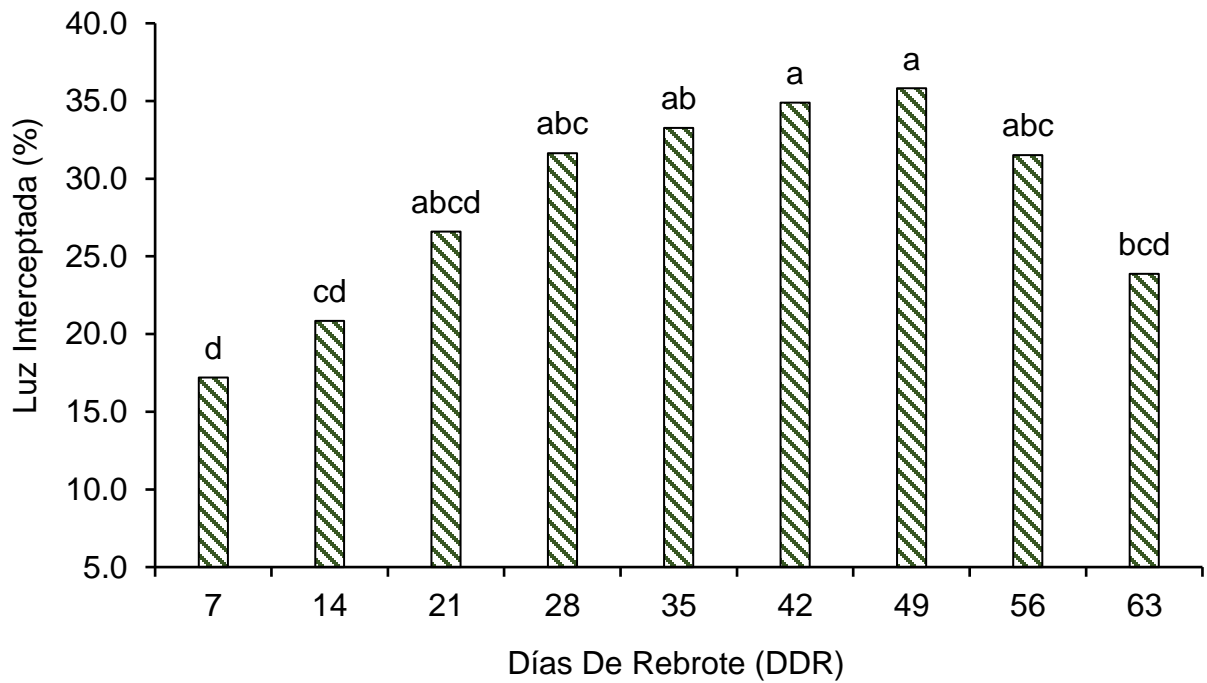


Figura 8. Porcentaje de Luz Interceptada (%) en *Lotus corniculatus* L., cosechado en primavera, durante 63 días de rebrote, en el sureste de Coahuila, México. Letras iguales en los marcadores no muestran diferencias significativas (Tukey: $p > 0.05$).

V. CONCLUSIONES

- El punto máximo de acumulación de materia seca de *Lotus corniculatus* L. genotipo 232098 en la estación de primavera, se identificó a los 56 días de rebrote.
- El componente morfológico que mayor aporte al rendimiento de materia seca en *Lotus corniculatus* L., genotipo 232098, fue la hoja, seguida por el tallo, maleza y por último el material muerto.
- La altura con regla y plato, peso de hoja y tallo, fueron en constante aumentó a mayores días de rebrote, mientras que, la relacion:hoja/tallo fue de comportamiento inverso..

VI. LITERATURA CITADA

- Álvarez V., P.** 2017. Evaluación agronómica de cinco genotipos de trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L). Tesis Doctorado. Colegio de Postgraduados. Repositorio Institucional – Colegio de Postgraduados p. 55-56.
- Álvarez V., P., A. Hernández G, G. García de los Santos, J. D. D., Guerrero R., S. I., Mendoza P. M. E., Ortega C. & C. Y., Wilson G.** 2018. Potencial forrajero de *Lotus corniculatus* L. con diferentes estrategias de manejo. *Agroproductividad*, 11 (5): 24-29.
- Arroyo P., H.** 2020. Comparación productiva de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., en el ciclo de primavera. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Repositorio Institucional - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p. 26-40.
- Aparicio Y., V., H., Garay A., P., Pérez, J. L., Castañeda, C. G. H., Haro J. F. E., Quiroz J. & G. Vázquez A.** 2004. Patrones estacionales de crecimiento de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Técnica pecuaria en México*, 42(2): 145-158.
- Barry T., N., D., Kemp, P. C. A., Ramírez R. y N. López V.** 2003. Sheep production and agronomic performance of *Lotus corniculatus* under dryland farming. *NZGA: Research and Practice Series*, 11(1): 109-115.
- Büyükyıldız, S., Yildirim M., & N. Kurt A.** 2023. The Effect of Salt Stress on the Germination and Seedling Growth Parameters in Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Black Sea Journal of Agriculture*, 6(2): 126-133.
- Carámbula, M. y Ayala, W.** 2009. El valor agronómico del género "*Lotus*". Montevideo, Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. p. 392.

- Canals**, R. M., Peralta, J., & Zubiri, E. 2009. *Vicia sativa* L.: veza. Departamento de Producción Agraria, Herbario UPNA-Departamento de Ciencias del Medio Natural. Universidad Pública de Navarra, España. p. 2.
- Carnevali**, R. A., C., da Silva S., D. O., Bueno A., C., Uebele M., O., Bueno F., Hodgson J., & P. G., Morais J. 2006. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical grasslands*, 40(3): 165.
- Copăcean**, L., Zisu, I., Mazăre, V., & Cojocariu, L. 2019. Analysis of land use changes and their influence on soil features. case study: Secaș village, Timiș county (Romania). *Present Environment and Sustainable Development*, (2): 157-166.
- Duthil**, J. 1989. Producción de forrajes. Editorial Mundi prensa. Madrid, España, p. 367.
- Feigenbaum**, S., & K. Mengel. 1979. The Effect of Reduced Light Intensity and Sub-optimal Potassium Supply on N₂ Fixation and N Turnover in Rhizobium Infected Lucerne. *Physiologia plantarum*, 45(2): 245-249.
- Fitton** S. M., & Fitton E. 1817. *Conversations on Botany*. London, England: Longman, Hurst, Rees, Orme, and Brown, p. 47.
- Gallegos**, G. G. 2022. Comparación productiva de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., en el Sureste de Coahuila, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Repositorio Institucional - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p. 22.
- García**, A. R. C. 1972. Ecología, valor agronómico y zootécnico de las especies y variedades de interés piscícola en España. (III) Géneros: *Hedysarium*, *Lotus*, *Medicago*, *Melilotus* y *Onobrychis*. *Pastos*, 2(2): 183-198.

- García, B. D. V., J. D. D., Guerrero R. García- Santos, G., & S. A., Lagunes R.** 2015. Rendimiento y calidad de forraje de genotipos de *Lotus corniculatus* en el Estado de México. *Nova scientia*, 7(13): 170-189.
- García, S. G., & J. J. Steiner.** 2003. Clasificación de los diferentes grupos de *Lotus corniculatus*. *Revista Fitotecnia mexicana*. Artículo científico, 26(3): 173-181.
- Grabber, J.H., H., Riday K. A. Cassida T. C. Griggs D. Min & J.W. MacAdam** 2014. Yield, Morphological Characteristics, and Chemical Composition of European- and Mediterranean-Derived Birdsfoot Trefoil Cultivars Grown in the Colder Continental United States. *Crop Science*, 54(1): 1893-1901.
- Grant, W. F.** 1991. Chromosomal evolution and aneuploidy in Lotus. In *Developments in Plant Genetics and Breeding* (2): 429-447.
- Grant, W.F. & M. Niizeki** 2009. Birdsfoot Trefoil (*Lotus corniculatus* L.), R. J. Singh, Ed., Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement: Forage Crops, CRC Press, Boca Raton, Florida (5): 153-204.
- Grant, W. F. & E. Small** 1996. The origin of the *Lotus corniculatus* (Fabaceae) complex: a synthesis of diverse evidence. *Canadian Journal of Botany*, 74(7): 975-989.
- Havlin, J. L., J. D. Beaton S. L., Tisdale W. L. Nelson** 1999 Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 49 p.
- Hernández, G. A., P. A., Martínez H., J., Zaragoza E. H., Vaquera H. F., Osnaya G. B. M., Joaquín T. & M. E., Velazco Z.** 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.

- Hodgson, J., S.,** Bircham J. A., Grant S. & King, J. 1981. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: Wright. C. E. (Ed.) Plant Physiology and Herbage Production. The British Grassland Society. Occasional Symposium. p. 13-51.
- Hodgson, J.** 1990. Grazing Management: Science Into Practice. Reino Unido: Wiley. P. 203.
- Jones, D.A., & R.** Turkington. 1986. Biological flora of the British Isles. No. 163. *Lotus corniculatus* L. J. Ecol. 74: 1185-1212.
- Laureano, O. J. A.,** 2022. Producción de forraje de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L. en el Sureste de Coahuila, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Repositorio Institucional - Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, p. 59.
- Lindsey, R.** 2011. Climate patterns & 2010 temperatures. NOAA Climate.gov. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-patterns-2010-temperatures>.
- Mendoza, P. S. I.,** 2008. Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferente frecuencia de corte. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Repositorio Institucional – Colegio de Postgraduados, p. 123.
- Mendoza, P. S. I., A.,** Hernández G., J., Pérez P., A. R., Quero C., J. A. S., Escalante E., J. L., Zaragoza R. & O. O. Ramírez R. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 1(3): 287-296.
- Meuriot, F., L.,** Decau M. A., Morvan B.M. P., Prud'Homme, F., Gastal, J. C., Simon & C. Avice, J. 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.

Min, B. R., N., Barry T., T., Attwood G., & C. McNabb W. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal feed science and technology*, 106(1-4): 3-19.

Molan, L. K. 2004. Estrutura do dossel, interceptação luminosa y acúmulo de forragem em pastos de Capim-Marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 159 p.

Müller, A. G., H., Bergamaschi, I., Bergonci J., B., Radin, S., França & SILVA, M. D. 2005. Estimativa do índice de área foliar do milho a partir da soma de graus-dia. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 13(1): 65-71.

Muslera, P. E. d. 1., & Ratera, G.C., c. 1. 1991. Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento. España: Mundi-prensa p. 674

Nelson, C. J., & Smith, D. 1969. Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa. IV. carbohydrate reserve levels and growth analysis under two temperature regimes 1. *Crop science*, 9(5): 589-591.

NSW AVH feed. Registro: NSW854025. 2015. | Registros | The Australasian Virtual Herbarium Registro: NSW854025 | Registros | The Australasian Virtual Herbarium.

Neunzig, H. H., & Gyrisco, G. G. 1955. Some insects injurious to birdsfoot trefoil in New York. *Journal of Economic Entomology*, 48(4): 447-450.

Paim, N. R., & Riboldi, J. 1991. Comparación entre especies y cultivares del género Lotus. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26(10): 1699-1704.

- Papadopoulos, Y., & Kelman, W.** 1999 Traditional breeding of Lotus species. In: Trefoil: The science and technology of Lotus (Beuselinck P, Ed.) American Society of Agronomy, (1): 187–198.
- Pedroza, S. I. M., & P. Vázquez, Á.** 2022. Método de la regla para estimar porcentaje de radiación interceptada en especies forrajeras templadas. *Agro divulgación*, 2(5), 49-51.
- Piluzza, G., Sulas, L., & Bullitta, S.** 2014. Tannins in forage plants and their role in animal husbandry and environmental sustainability: a review. *Grass and Forage Science*, 69(1): 32-48.
- Rojas, G. A. R., A., Hernández G., J., Cansino S., D. L. Á., M., Maldonado P., S. I., Mendoza P., P., Álvarez V. & B. M., Joaquín T.** 2016. Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8): 1855-1866.
- Rojas, G. A. R., N., Torres S., M. D. L. Á., Maldonado P., J., Herrera P., P., Sánchez S., A., Cruz H., & A., Hernández G.** 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.
- Rojas, G. A. R., S. I., Mendoza P., A. L., Candelas de L., P., Álvarez V., M. D. L. A., Maldonado P., F., González C., & M. J. Luna G.** 2019. Rendimiento de trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) a diferente edad de cosecha. (8): 12.
- Romero, L., Aronna, M., & Cuatrin, A.** 2002. Producción estacional de forraje y relación hoja-tallo de alfalfas multifoliadas. In Congreso Argentino de Producción Animal (25º., 2002, Buenos Aires). Trabajos presentados. Rafaela, INTA, p. 1-2.

- Silva S., C.** 2002. Características morfo-fisiológicas e respostas funcionais de plantas forrageiras e animais submetidos a pastejo: desenvolvimento de uma linha de pesquisa (Tese (Livre Docência). Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 4.
- Santos G., G., J., Steiner J., & R. Beuselinck P.** 2001. Adaptive ecology of *Lotus corniculatus* L. Genotypes: II. Crossing ability. *Crop science*, 41(2): 564-570.
- Santos, J. D. D. G. D., A., M. F. & J. Lavres J.** 2004. Análise de crescimento do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33: 1985-1991.
- Steiner, J. J.** 1999. Birdsfoot trefoil origins and germplasm diversity. *Trefoil: The science and technology of the Lotus*, 28: 81-96.
- Steiner, J. J., & G. G. Santos, de los** 2001. Adaptive ecology of *Lotus corniculatus* L. genotypes: I. Plant morphology and RAPD marker characterizations. *Crop Science*, 41(2): 552-563.
- Skinner, R. H., & Moore, K. J.** 2007. Crecimiento y desarrollo de plantas forrajeras. *Forrajes, La Ciencia de la Agricultura de Pastizales*, 2: 53-66.
- Spedding, C. R. W.** 1971. *Grassland Ecology*. Clarendon press. Oxford, Great Britain. 221 p.
- Steiner, J. J., & G. G. Santos, de los** 2001. Adaptive ecology of *Lotus corniculatus* L. genotypes: I. Plant morphology and RAPD marker characterizations. *Crop Science*, 41(2): 552-563.
- Undersander, D., Greub, L., Leep, R., Beuselinck, P., Wedberg, J., Smith, D., & English, J.** (1993). Birdsfoot trefoil for grazing and harvested forage (Vol. 474). Iowa State University, University Extension. (474): 3-7.

- Zebadúa**, M. E. V. H., Garay A., A. G., Hernández V., P., Pérez J., H. V., Huerta, & Spinola A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovillo (*Dactylis glomerata*). *Técnica Pecuaria en México*, 39(1), 1-14.
- Volenec**, J. J., Ourry, A., & Joern, B. C. 1996. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Physiologia Plantarum*, 97(1), 185-193.
- Wilson**, G. C. Y., N. E., López Z., M. E., Ortega C., M. M., Crosby G., A. R., Rojas G., & A., Hernández-G., 2018. Fodder accumulation, morphological composition and light interception in wheat (*Triticum sp.*). *Agro Productividad*, (2018): 82-87.
- Wipfli**, M. S., Wedberg, J. L., Hogg, D. B., & Syverud, T. D. 1989. Insect pests associated with birdsfoot trefoil, *m*, in Wisconsin. *The Great Lakes Entomologist*, 22(1), 4.

VII. ANEXOS

Tabla 3. Variables analizadas en *Lotus corniculatus*, L. cosechado a diferentes días de rebrote en la estación de primavera, 2023, en el sureste de Coahuila, México.

Variables	Días Después del Rebrote (DDR)									\bar{X}	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49	56	63				
RMS	^d 169	^d 330	^d 771	^{cd} 1075	^{bc} 2447	^b 3102	^{ab} 3860	^a 5123	^b 3391	2252	<.0001	489	1422
R:H/T	^a 8.3	^b 4.8	^{bc} 4.2	^{bcd} 3.3	^{cd} 2.8	^{cd} 2.7	^{cd} 2.7	^{cd} 2.6	^d 2.3	3.7	<.0001	0.6	1.7
A/P	^c 1.3	^b 1.9	^{ab} 2.1	^{ab} 2.3	^{ab} 2.4	^{ab} 2.4	^{ab} 2.4	^a 2.4	^a 2.4	2.17	<.0001	0.2	0.5
A/R	^e 5.6	^{de} 7.7	^{cd} 9.7	^c 10.7	^{bc} 12.4	^{ab} 14.0	^a 15.8	^a 16.3	^a 16.2	12.1	<.0001	1.0	3.0
LI	^d 17.2	^{cd} 20.9	^{abcd} 26.6	^{abc} 31.7	^{ab} 33.3	^a 34.9	^a 35.8	^{abc} 31.5	^{bcd} 23.9	28.41	0.0002	3.8	11.0
PHI	^b 0.16	^a 0.36	^a 0.42	^a 0.45	^a 0.45	^a 0.46	^a 0.49	^a 0.54	^a 0.59	0.43	0.0007	0.1	0.2
PTI	^b 0.18	^{ab} 0.25	^{ab} 0.31	^{ab} 0.32	^a 0.34	^a 0.37	^a 0.36	^a 0.36	^{ab} 0.33	0.31	0.0092	0.1	0.2

Letras minúsculas iguales, no muestran diferencias significativas ($p > 0.05$). DDR= Días de rebrote, \bar{X} = Promedio, SIG= Significancia, EEM = Error Estándar de la Media, DMS= Diferencia Mínima Significativa, RMS= Rendimiento de Materia Seca (kg MS ha⁻¹) R: H/T= Relación Hoja/Tallo. AP= Altura Plato (cm). AR= Altura Regla (cm), LI= Luz interceptada (%), PHT= Peso de hoja por tallo (g MS tallo⁻¹), PTI= Peso de tallo individual (g MS hoja tallo⁻¹).

Tabla 4. Componentes morfológicos, analizados en *Lotus corniculatus* L., cosechado a diferentes días de rebrote en la estación de primavera 2023, en el sureste de Coahuila, México.

Comp.	Días Después del Rebrote (DDR)									\bar{X}	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49	56	63				
Composición botánica morfológica (%)													
Hoja	Aa ⁸⁹	Aab ⁸³	Aab ⁸⁰	Aabc ⁷⁶	Aabc ⁷⁹	Abc ⁷¹	Aabc ⁷²	Abc ⁶⁹	Ac ⁶²	A ⁷⁶	0.00	5.88	17.0
Tallo	Bb ¹¹	Bab ¹⁷	Bab ²⁰	Bab ²⁴	Bab ²¹	Ba ²⁶	Ba ²⁷	Ba ²⁷	Ba ²⁷	B ²²	0.02	4.86	14.1
M.M.	Ca ⁰	Ca ⁰	Ca ⁰	Ca ⁰	Ba ⁰	Ca ⁰	Ca ⁰	Ca ¹	Ca ³	C ⁰	0.28	1.27	3.7
Maleza	Cb ⁰	Cb ⁰	Cb ⁰	Cb ⁰	Bb ⁰	Cab ²	Cab ¹	Cab ⁴	Ca ⁹	C ²	0.02	0.02	8.1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
Sig.	1	<.0001	<.0001	<.0001	0.0008	<.0001	<.0001	<.0001	0.0003				
EEM	43.0	1.2	2.9	2.2	10.5	1.7	2.2	4.5	6.2				
DMS	2.3	3.5	8.3	6.2	29.7	4.7	6.1	12.7	17.6				
Composición botánica morfológica (kg MS ha ¹)													
Hoja	Ad ¹⁵²	Ad ²⁷⁴	Ad ⁶²⁷	Acd ⁸¹¹	Abc ¹⁹⁰⁰	Ab ²²¹⁵	Aab ²⁷⁹⁴	Aa ³⁵⁷⁶	Ab ²¹³³	A ¹⁶⁰⁹	<.0001	424	1233
Tallo	Ae ¹⁷	Be ⁵⁶	Bde ¹⁴⁴	Bde ²⁵⁶	Bcd ⁵³⁶	Bbc ⁸²⁴	Bab ¹⁰²⁵	Ba ¹³⁴⁶	Badc ⁹⁰⁵	B ⁵⁶⁸	<.0001	158	458
M.M.	Aa ⁰	Ba ⁰	Ba ⁰	Ca ⁰	Ca ⁰	Ba ¹²	Ba ⁰	Ba ³⁵	Ba ⁹⁴	C ¹⁶	0.1620	42	121
Maleza	Ab ⁰	Bb ⁰	Bb ⁰	Cb ⁸	Cb ¹⁰	Bb ⁵¹	Bb ⁴¹	Bab ¹⁶⁶	Ba ²⁵⁹	C ⁶⁰	0.0019	66	191
Total	169	330	771	1075	2447	3102	3860	5123	3391				
Sig.	0.21	0.007	0.019	<.0001	0.0001	0.001	0.0009	0.0010	0.0083				
EEM	82	49	161	53	182	319	381	488	417				
DMS	231	3	454	151	514	902	1076	1378	1180				

Letras mayúsculas diferentes, muestran diferencias estadísticas ($p < 0.05$) representan el análisis realizado de forma vertical, mientras que las letras minúsculas iguales no presentan diferencias estadísticas ($p > 0.05$) muestran el análisis realizado de manera horizontal. DDR= Días de rebrote, \bar{X} = Promedio, Sig= Significancia, EEM = Error Estándar de la Media, DMS= Diferencia Mínima, M.M = Material Muerto. Comp = Componente.