

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



Por:

JENNIFER LUCIANO HERNÁNDEZ

**Dinámica Poblacional de Tallos de *Lotus corniculatus* L. Tiempo
Después del Trasplante**

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para
Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, febrero del 2024.

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

Dinámica Poblacional de Tallos de *Lotus corniculatus* L. Tiempo
Después del Trasplante

POR:

JENNIFER LUCIANO HERNÁNDEZ

TESIS

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

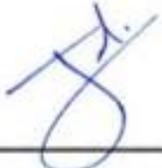
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

La cual fue revisada y aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Director



Dr. Josué Israel García López

Co-director

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, febrero del 2024.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Dinámica Poblacional de Tallos de *Lotus corniculatus* L. Tiempo Después del
Trasplante

POR:

JENNIFER LUCIANO HERNÁNDEZ

TESIS

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

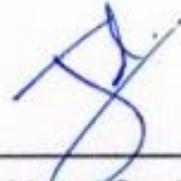
INGENIERO AGRÓNOMO ZOTECNISTA

Aprobada por:



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Director



Dr. Josué Israel García López

Co-director



Dr. Neymar Camposejo Montejo

Coasesor



Dr. Antonio Flores Naveda

Coasesor



M.C. Pedro Carrillo López

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, febrero del 2024.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a MIS PADRES que me educaron con su amor y paciencia, gracias a ellos nunca me faltó nada y no podría haber culminado mi carrera universitaria sin el apoyo de ellos,

Gracias a mis amigos ROYER QUEVEDO, quién ha sido mi fuente de inspiración para seguir logrando cada objetivo que me he propuesto, a ELIZABETH SÁNCHEZ, por ofrecerme su compañía desde la preparatoria y ser de gran apoyo a lo largo de la carrera y a EMMANUEL HERNÁNDEZ, por ser un gran amigo y pasar muy buenos momentos a lo largo de mi estancia en la universidad.

Estoy profundamente agradecida con MC. GIROMI GARCÍA, DEYANIRA RAMOS, BRUNO PÉREZ, ALEJANDRO PÉREZ, ING. BRUNO GARCÍA, SRA. SILVIA MENDOZA, por brindarme su más sincero cariño y apoyo incondicional en el proceso de mi formación profesional, siempre los tendré presentes en mi vida, permaneceré agradecida por ser mi segunda familia.

Al DR. PERPETUO ÁLVAREZ VÁSQUEZ, le agradezco por guiarme en este proyecto de tesis, gracias por el tiempo, dedicación y paciencia que recibí de su parte en todo momento.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, por permitirme formar parte de la comunidad estudiantil, por el gran apoyo del comedor e internado y porque en ella conocí a personas que ahora son parte importante en mi vida.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a mi mamá Magdalena Cristina Hernández, por su amor incondicional, por siempre mostrarme su apoyo en todas las decisiones que tome.

A mi padre Esteban Luciano Jiménez, por brindarme su cariño, apoyo en todo momento y darme completamente su confianza.

A mis hermanos, Julissa Luciano, porque de ella siempre recibí un cariño especial. A Elizabeth Luciano, por darme la educación y conocimientos que prevalecen hasta el día de hoy. A Francisco Luciano, por ser mi inspiración para entrar a la UAAAN.

A mis sobrinos, Hans Tadeo, Padme Julieta, Francis Luciano, Emily Luciano, Jesús Luciano y Camila Luciano que han sido mi inspiración de poder superarme día a día para que tengan un ejemplo a seguir.

Con cariño a Ivana Robles, por brindarme su amistad que ha sido sumamente importante para mí, pues a ti te debo el apoyo, cariño y tiempo que me has regalado.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 HIPÓTESIS.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Antecedentes de la especie en estudio	3
2.1.1 Origen.....	3
2.1.2 Clasificación taxonómica	3
2.1.3 Descripción morfológica	4
2.1.4 Distribución.....	5
2.1.5 Zonas de cultivo.....	6
2.2 Dinámica de tallos.....	7
2.3 Factores que afectan la producción de materia seca.....	8
2.3.1 Meristemos de crecimiento	8
2.3.2 Reservas de carbohidratos.....	8
2.3.2 Condiciones de suelo	9
2.3.3 Humedad	9
2.3.4 Temperatura	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Área de estudio.....	10
3.2 Manejo y diseño experimental	11

3.3 Descripción de variables evaluadas.....	11
3.3.1 Dinámica poblacional de tallos	11
3.3.2 Rendimiento de materia seca (RMS).....	13
3.3.3 Altura de la planta.....	13
3.4 Análisis estadístico	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1 Tasa de aparición de tallos.....	15
4.2 Tasa de mortalidad de tallos.....	17
4.3 Tasa de sobrevivencia de tallos	19
4.4 Rendimiento de materia seca	21
4.5 Aportación de los componentes morfológicos al rendimiento total	22
4.6 Altura de planta	24
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. LITERATURA CITADA	27
VII. ANEXO.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Lotus corniculatus</i> L.	3
Cuadro 2. Tasa de aparición de tallos (TATa) de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.....	16
Cuadro 3. Tasa de mortalidad de tallos (TMTa) de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.....	18
Cuadro 4. Tasa de sobrevivencia de tallos (TSTa) de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.....	20
Cuadro 5. Rendimiento y composición morfológica (g planta ⁻¹) de genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., sobrevivientes a 56 días después del trasplante.	22
Cuadro 6. Aportación al rendimiento total (%) de genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., sobrevivientes a los 56 días después del trasplante.	23
Cuadro 7. Altura de planta de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.	25
Cuadro 8. Tasa de sobrevivencia de tallos (TSTa) de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.....	34
Cuadro 9. Tasa de mortalidad de tallos (TMTa) de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.....	35
Cuadro 10. Tasa de aparición de tallos (TATa) de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.....	35
Cuadro 11. Altura de planta de cinco genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., días después del trasplante.	36
Cuadro 12. Rendimiento y composición morfológica (g planta ⁻¹) de genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., sobrevivientes a 56 días después del trasplante.	37
Cuadro 13. Aportación al rendimiento total (%) de genotipos de <i>Lotus corniculatus</i> L., sobrevivientes a los 56 días después del trasplante.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Componentes morfológicos y reproductivos del género <i>Lotus</i> (Águila-Castro, H. 1979; citado por Ayala y Carámbula, 2009).	5
Figura 2. Países con más de 100 mil hectáreas con especies de <i>Lotus</i> , el área de siembra se representa en miles de hectáreas. (Díaz <i>et al.</i> , 2005; citado por Álvarez <i>et al.</i> , 2017).....	6
Figura 3. Medias semanales de humedad y temperatura, temperatura máxima y mínima, registradas por higrómetro digital en el invernadero de RNR UAAAN Saltillo durante el periodo estudiado (10 de octubre a 05 de diciembre 2022).	10

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la sobrevivencia de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., mediante la determinación de la dinámica poblacional de tallos, días después del trasplante (DDT). El diseño experimental utilizado fue con bloques completamente al azar, con seis repeticiones por cada genotipo. Las variables evaluadas fueron la altura de la planta (AP), tasa de aparición o ahijamiento de tallos (TATa), tasa de mortalidad de tallos (TMTa), tasa de sobrevivencia de tallos (TSTa) y rendimiento de materia seca (RMS). La TSTa expresó valores descendientes a partir de los 21 DDT en adelante con valores entre 28 y 31 %, respecto al día 1 de trasplante con 93 %. Los genotipos que obtuvieron una TSTa fueron 226796 y E.G., con promedios de 53 y 52 %, siendo menor el 202700 con 17 %, por lo que, este último fue mayor en la TMTa con 83 %, los genotipos 226796 y E.G. con 47 y 48 %. En la altura de planta, no hubo diferencias significativas entre genotipos ($p>0.05$), sin embargo, a los 7 y 14 DDT se observaron promedios mayores de 6 y 5 cm, y menores a los 35, 42 y 49 DDT con 3, 2 y 3 cm, respectivamente. La raíz fue el componente morfológico que mayor aporte realizó al rendimiento total por planta, con un promedio del 60 % seguido del tallo y hoja, con 23 y 17 %, respectivamente. En conclusión, los genotipos 226796 y Estanzuela Ganador de *Lotus corniculatus* L. en condiciones semi-controladas de invernadero mostraron la mayor sobrevivencia a lo largo de 56 días después del trasplante, mientras que el 202700 solo sobrevivió hasta los 21 días después del trasplante.

Palabras clave: *Lotus corniculatus* L., componentes morfológicos, tasa de aparición, mortalidad y sobrevivencia de tallos.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the survival of five genotypes of *Lotus corniculatus* L., by determining the population dynamics of stems, days after transplantation (DAT). The experimental design used was with completely randomized blocks, with six repetitions for each genotype. The variables evaluated were plant height (PH), stem appearance or tillering rate (SAR), stem mortality rate (SMT), stem survival rate (SSR) and dry matter yield (DMY). The SAR expressed decreasing values from 21 DAT onwards with values between 28 and 31%, compared to day 1 of transplant with 93 %. The genotypes that obtained a SAR were 226796 and E.G., with averages of 53 and 52 %, with 202700 being lower with 17 %, therefore, the latter was higher in the SMT with 83 %, the genotypes 226796 and E.G. with 47 and 48 %. In plant height, there were no significant differences between genotypes ($p>0.05$), however, at 7 and 14 DAT, averages greater than 6 and 5 cm were observed, and lower at 35, 42 and 49 DAT with 3, 2 and 3 cm, respectively. The root was the morphological component that made the greatest contribution to the total yield per plant, with an average of 60 %, followed by the stem and leaf, with 23 and 17 %, respectively. In conclusion, genotypes 226796 and Estanzuela Ganador of *Lotus corniculatus* L. in semi-controlled greenhouse conditions showed the greatest survival over 56 days after transplant, while 202700 only survived until 21 days after transplant.

Keywords: *Lotus corniculatus* L., morphological components, appearance rate, mortality and stem survival.

I. INTRODUCCIÓN

El abanico de especies forrajeras es limitado 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). Dentro de las especies prometedoras se encuentra *Lotus corniculatus* L., la cual es una especie poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, ya que su crecimiento es bueno en terrenos arenosos, arcillosos, pesados, ligeramente alcalinos, además es resistente al frío, heladas ligeras y sequías estivales (García *et al.*, 2003). Se adapta a suelos pobres donde la alfalfa no puede prosperar, principalmente en suelos salinos, ácidos y suelos delgados con restricciones de humedad (Lagler, 2003 y Kelman *et al.*, 1997). Existen aproximadamente 200 especies anuales y perennes del género *Lotus*. Entre ellas se encuentra el trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus* L.), una especie perenne reconocida por la producción de forraje de alta calidad, comparativamente a la alfalfa (*Medicago sativa* L.) y al trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Una distinción importante de *Lotus corniculatus* L., radica en su capacidad para no producir timpanismo. Esta particularidad convierte a esta especie en una opción ideal para enriquecer la dieta de los animales sin el riesgo de pérdidas animales por efectos de timpanismo. Así mismo, constituye una alternativa alimenticia económica y sostenible para rumiantes ubicados en ecosistemas de clima frío (Cárdenas, 2011). No obstante, la persistencia en campo de una especie forrajera o un cultivar es una de las características deseables para su elección como fuente de alimento para los rumiantes. Esta característica se relaciona con la dinámica de la aparición, desarrollo y muerte de tallos (da Silva *et al.*, 2007; Matthew *et al.*, 2013), proceso fisiológico importante para mantener estable la población de plantas (Matthew *et al.*, 2000). Este proceso es afectado por diversos factores referentes a la misma planta y a las condiciones ambientales en las que se encuentra el manejo del pastoreo (de Carvalho *et al.*, 2006). Por tanto, en base a lo plasmado anteriormente, se establecieron los siguientes objetivos para este trabajo de investigación.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

- ✓ El objetivo del presente trabajo fue evaluar la sobrevivencia de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., mediante la determinación de la dinámica poblacional de tallos, días después del trasplante.

1.1.2 Objetivos específicos

- Calcular las tasas de aparición, mortalidad y sobrevivencia de tallos de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., en condiciones semicontroladas de invernadero.
- Determinar el rendimiento de materia seca de los componentes morfológicos de *Lotus corniculatus* L., y su aportación al rendimiento total por planta a los 56 días después del trasplante.
- Determinar que genotipo sobrevive, con mejores características de producción y muerte de tallos a 56 días después del trasplante.

1.2 HIPÓTESIS

- Al menos un genotipo de *Lotus corniculatus* sobrevivirá a los 56 días después del trasplante.
- El componente raíz será el que mayor aporte hará al rendimiento total por planta a los 56 días después del trasplante.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la especie en estudio

2.1.1 Origen

La especie *Lotus corniculatus* L. es nativa de Europa, donde se inició su cultivo como pratense. Actualmente su uso se ha extendido a EEUU, Australia, Argentina y Chile. En la Península Ibérica se encuentra espontáneamente en buena parte de su territorio, aunque su uso como cultivo no es frecuente (Canals *et al.*, 2009).

2.1.2 Clasificación taxonómica

El *Lotus corniculatus* también es conocido como trébol pata de pájaro o birdsfoot-trefoil, por su traducción al idioma inglés (EcoRegistros, 2023). En el Cuadro 1, se presenta la información de la taxonomía de la especie de *Lotus corniculatus* L.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Lotus corniculatus* L.

Reino: *Plantae*

Subreino: *Traqueobionta* – Plantas vasculares

División: *Magnoliophyta* – Plantas con flores

Clase: *Magnoliopsida* – Dicotiledóneas

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Fabales*

Familia: *Leguminosae*

Género: *Lotus*

Especie: *Lotus corniculatus*

Nombre científico: *Lotus corniculatus* L.

Fuente: USDA (2011).

2.1.3 Descripción morfológica

A continuación, se presentan las principales características morfológicas de la especie en estudio y se ilustran los componentes morfológicos y reproductivos del género *Lotus* en la figura 1.

Raíz: Pivotante con numerosas ramificaciones laterales, además, tiene una gran capacidad para estabilizar suelos por su raíz pivotante, estolonífera y fibrosa (Dougall, 1973).

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).

Hojas: Compuestas por cinco folíolos, dos de ellos son basales y tres apicales digitados, son imparipinadas, pentafoliada, los tres folíolos superiores ovados y los inferiores ovales, semejantes a una estípula, con nervadas pocas visibles. Las hojas emergen desde puntos de crecimiento ubicados en los cotiledones, lo que permite diferenciarla de los géneros *Medicago* y *Trifolium* (Ayala y Carámbula 2009)

Inflorescencia: Son en umbelas, compuestas de 1 a 12 flores sostenidas por un pedúnculo floral insertado en las axilas de las hojas superiores de los tallos. Son de color amarillo o hasta rojas (Canals *et al.*, 2009).

Fruto: Es una legumbre, tiene la forma característica de una pata de pájaro (carácter del cual toma su nombre común en inglés: "birdsfoot trefoil"). Contiene de 10 a 30 semillas y tiene un alto grado de dehiscencia en la madurez, retorciéndose en forma espiral, especialmente cuando su humedad es inferior al 40% (Miñón *et al.*, 1990).

Semilla: Es redonda de 1 a 1.5 mm de diámetro, de color marrón a veces punteadas de violeta (Miñón *et al.*, 1990). Comparativamente son más grandes que los demás géneros de *Lotus* (Ayala y Carámbula, 2009).

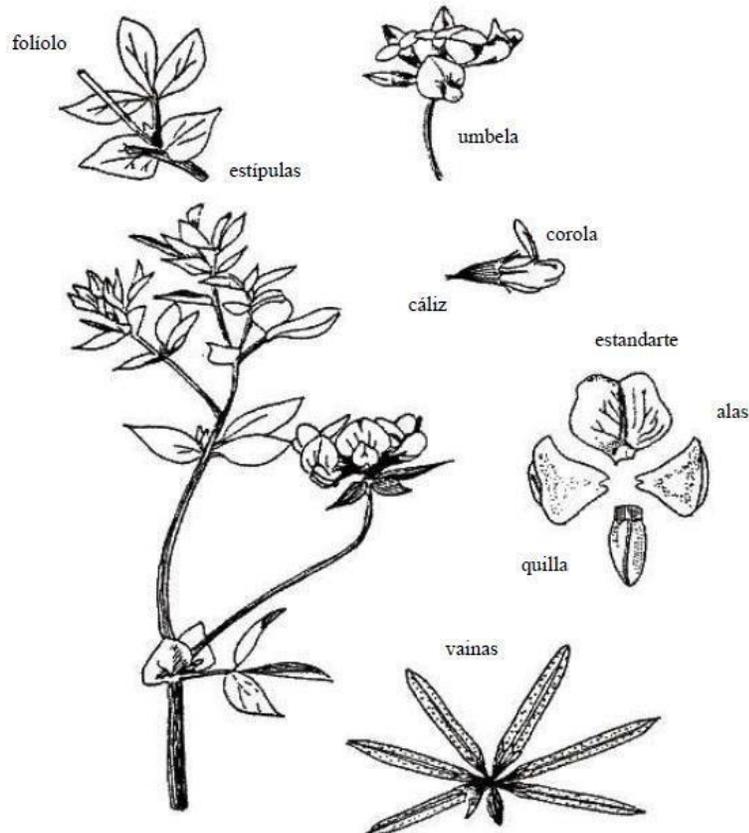


Figura 1. Componentes morfológicos y reproductivos del género *Lotus* (Águila-Castro, H. 1979; citado por Ayala y Carámbula, 2009).

2.1.4 Distribución

Lotus corniculatus L. es una leguminosa forrajera perenne, alegana, que se distribuye a lo largo de las regiones templadas de Europa, Asia Menor, Norte de África y Norte de Sudamérica (Gunn *et al.*, 1992). La distribución natural de especies del género *Lotus* es importante desde el punto de vista agronómico, se encuentra principalmente en la cuenca mediterránea (Europa y norte de África) donde se inició

su cultivo como pratense; *L. corniculatus* es sin duda la especie considerada de mayor importancia agrícola y de mayor distribución mundial (Díaz *et al.*, 2005).

2.1.5 Zonas de cultivo

Se reportan 26 países con siembras al 95 % de las especies de *Lotus* en el mundo y más del 90 % de esta área está plantada con *L. corniculatus* para mejorar los pastos y la calidad del heno donde otras especies de leguminosas forrajeras no se adaptan a las condiciones ambientales (Papadopoulos y Kelman, 1999). A continuación, en la figura 2 se observan las principales regiones del mundo donde se siembran las especies de *Lotus*, que incluye, América del Sur, América del Norte y Europa, con 185,139 y 1,38 millones de hectáreas respectivamente (Díaz *et al.*, 2005).



Figura 2. Países con más de 100 mil hectáreas con especies de *Lotus*, el área de siembra se representa en miles de hectáreas (Díaz *et al.*, 2005; citado por Álvarez *et al.*, 2017).

2.2 Dinámica de tallos

La persistencia de las praderas depende de la capacidad de las plantas para renovar los tallos muertos y mantener estable la densidad poblacional de tallos, lo que está directamente determinado por el efecto combinado de los patrones estacionales en los procesos de aparición, muerte y supervivencia de tallos. Existen diferencias entre especies y cultivares para lograr la estabilidad de la densidad poblacional de tallos y favorecer la persistencia de las praderas. En praderas perennes, es importante entender que los tallos poseen tiempo de vida limitado, generalmente inferior a un año (Jewiss, 1966; citado por Matthew *et al.*, 2000). En este contexto, el rebrote de tallos presenta variaciones en la tasa de aparición y muerte de estos, ya que dependen del manejo y estación del año (Ramírez *et al.*, 2011).

Con el manejo agronómico, además de buscar rendimiento y valor nutritivo, se busca incrementar el tiempo de utilización del área establecida con el genotipo de interés, por lo que, incrementar la persistencia de la pradera mediante la estabilidad en la densidad de tallos (Rojas *et al.*, 2016), misma que, depende de la respuesta de los procesos de formación, muerte y supervivencia de estos (Ramírez *et al.*, 2020). Las praderas de pastos perennes representan la fuente más económica para la alimentación de los rumiantes, ya que los animales cosechan su propio alimento y evitan gastos de procesamiento y transporte; además, disminuye los costos de sembrar nuevamente la pradera al tener la capacidad de regenerarse (Merchant y Solano, 2016).

Esta característica de regeneración se da mediante la capacidad de producir nuevos tallos para sustituir los tallos muertos y así mantener estable la densidad poblacional e incrementar la permanencia de la pradera con los mismos índices de producción (Ramírez *et al.*, 2011); en este sentido, el tallo es considerado como la unidad principal de crecimiento de los pastos (Castro *et al.*, 2013). Para lograr esta estabilidad, es importante considerar factores tales como el manejo (Hernández *et al.*, 2012) y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la pradera (Rueda *et*

al., 2018). Entre estas últimas se encuentran la temperatura y la precipitación; así, cuando se presentan temperaturas cercanas al óptimo se favorece el crecimiento de las plantas, mientras que, temperaturas por debajo del umbral mínimo limitan el crecimiento y temperaturas por encima del rango óptimo pueden ser perjudiciales, aún más si no se tiene humedad suficiente en el suelo (Orozco *et al.*, 2012).

2.3 Factores que afectan la producción de materia seca

2.3.1 Meristemas de crecimiento

Por su parte Briske (1991), menciona que 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. También consignó que la velocidad de rebrote depende de la presencia de regiones meristemáticas activas en los tallos, que permanecen en la planta después de una defoliación, lo cual acelera la expansión foliar. En el caso de algunas leguminosas forrajeras, las yemas y meristemas de crecimiento se encuentran siempre muy próximos al suelo, o bien, por debajo del nivel de corte o sobrepastoreo, por los que sus yemas no son normalmente dañadas por la defoliación y en casi todos los casos su rebrote es rápido.

2.3.2 Reservas de carbohidratos

La capacidad de rebrote dependerá de factores propios como las reservas de carbohidratos, área foliar remanente, tasa de amacollamiento, humedad del suelo y factores climáticos (Briske *et al.*, 1996). 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). 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).

2.3.2 Condiciones de suelo

Se adapta a suelos con pH de 5.5 a 7.5 (Canals *et al.*, 2009), soporta el exceso de humedad en suelos con problemas de drenaje, por lo que es capaz de prosperar en suelos con salinidad, acidez, baja fertilidad y tierras agotadas (Striker *et al.*, 2005). 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).

2.3.3 Humedad

Muestras tanto Canals *et al.* (2009) mencionan que tolera frío, calor y de forma moderada la sequía; sin embargo, se desarrolla mejor en climas fríos y húmedos con precipitaciones de 400 a 1200 mm. 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.

2.3.4 Temperatura

De acuerdo con Carter *et al.* (1997), señalan 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. Tolerante a temperaturas entre - 4 hasta 24 °C y resistente a heladas (Cárdenas, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

El experimento se realizó en la estación otoño-invierno, del 10 de octubre al 05 de diciembre del 2022, en el invernadero de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, con ubicación en el área experimental conocida como “El Bajío” con coordenadas del sitio 25 ° 35' 35" de LN y 101° 03' 60" de LO, a una altitud de 1,783 m. Las condiciones ambientales dentro del invernadero se registraron con un higrómetro digital modelo WS08 el cual se colocó un metro de altura del suelo. Las mayores temperaturas registradas fueron de 30 °C y las menores de 2 °C, con un promedio de 16 °C. La humedad promedio fue de 56 % con un máximo de 82 % entre el 14 al 20 de noviembre y un mínimo de 40 % entre el 28 de noviembre al 05 de diciembre del 2022.

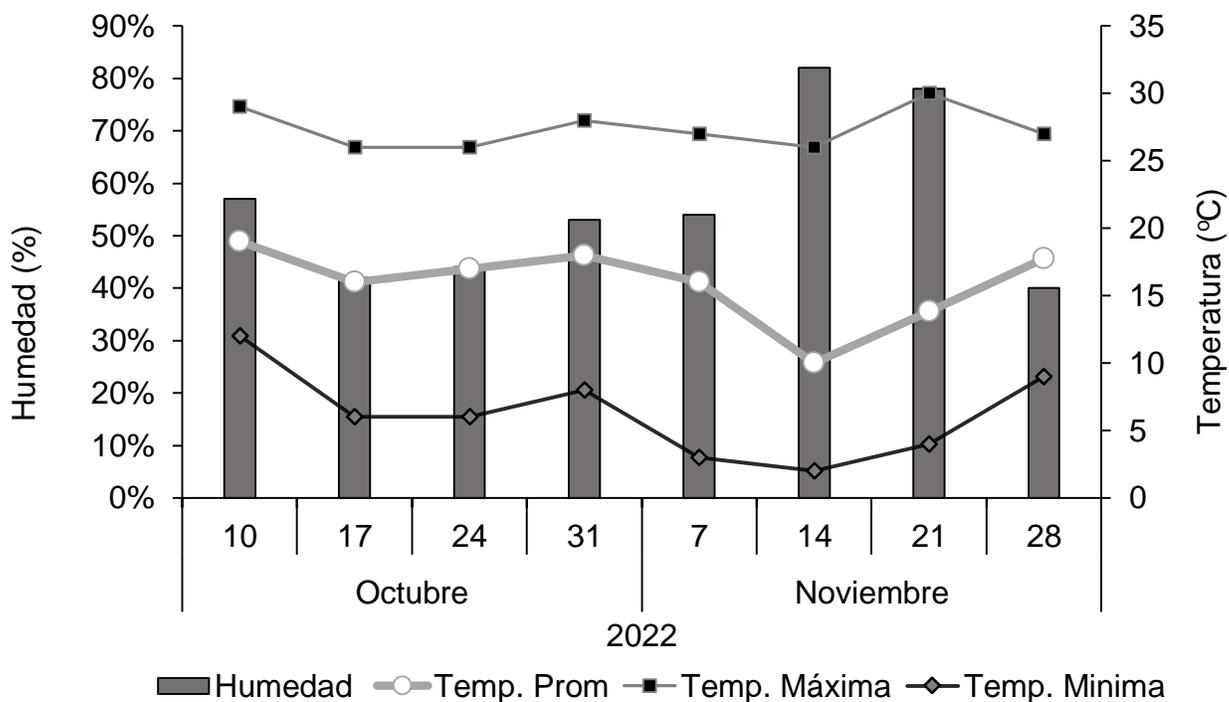


Figura 3. Medias semanales de humedad y temperatura, temperatura máxima y mínima, registradas por higrómetro digital en el invernadero de RNR UAAAN Saltillo durante el periodo estudiado (10 de octubre a 05 de diciembre 2022).

3.2 Manejo y diseño experimental

Se utilizaron cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., de plantas ya establecidas en invernadero: 226796, Estanzuela Ganador, 255301, 232098 y 202700. Los genotipos fueron reproducidos vegetativamente mediante trasplante, se utilizó un enraizador marca Fax (Raizone*-Plus) en polvo, se colocó en un recipiente extendido para posteriormente impregnar la raíz en su totalidad, y ser trasplantados en bolsas negras de plástico con medidas de 10 cm de ancho x 21 cm de largo. El diseño experimental se realizó con bloques completamente al azar con seis repeticiones para cada genotipo, totalizando 30 unidades experimentales. Se aplicaron riegos a capacidad de campo cada tercer día. Se realizaron muestreos durante nueve semanas después del trasplante. Iniciando el primer muestreo el 10 de octubre, evaluando: números de rebrotes, número de tallos vivos, números de tallos muertos, y altura de planta, hasta el día 05 de diciembre de 2022, donde se realizó muestreo destructivo de las unidades experimentales para evaluar rendimiento de materia seca y composición morfológica.

3.3 Descripción de variables evaluadas

3.3.1 Dinámica poblacional de tallos

Con los datos obtenidos semanalmente de las seis repeticiones de cada genotipo se obtuvieron el número de tallos vivos (NTV), número de tallos muertos (NTM) y números de rebrotes (NR), por planta, con estos datos se calcularon:

Densidad poblacional de tallos (DPTa) mediante la suma del número de tallos vivos (NTV) más el número de rebrotes (NR) usando la fórmula:

$$DPTa = NTV + NR$$

Donde:

DPT_a= Densidad poblacional de tallos (No. de tallos vivos en cada muestreo)

NTV= Número de tallos vivos

NR = Número de rebrotes

Con los cálculos de DPT_a, se calcularon las siguientes tasas o índices de sobrevivencia:

La tasa de aparición de tallos o ahijamiento (TAT_a) se determinó dividiendo el número de rebrotes (NR) entre la densidad poblacional de tallos (DPT_a), lo anterior multiplicando por 100. Se usó la fórmula:

$$TAT_a = \frac{NR}{DPT_a} * 100$$

Donde:

TAT_a= Tasa de aparición de tallos o ahijamiento

NR= Número de rebrotes en cada muestreo

DPT_a= Densidad poblacional de tallos anterior

La tasa de muerte de tallos (TMT_a) se determinó dividiendo el número de tallos muertos (NTM) entre la densidad poblacional de tallos multiplicado por 100. Con la fórmula:

$$TMT_a = \frac{NTM}{DPT_a \text{ anterior}} * 100$$

Donde:

TMT_a= Tasa de muerte de tallos

NTM= Número de tallos muertos

DPT_a= Densidad poblacional de tallos anterior

La tasa de sobrevivencia de tallos (TSTa) se determinó haciendo una resta usando 100 como tasa inicial menos la tasa de muerte de tallos (TMTa), usando la fórmula:

$$TSTa = 100 - TMTa$$

Donde:

TSTa= Tasa de supervivencia de tallos

TMTa= Tasa de muerte de tallos

3.3.2 Rendimiento de materia seca (RMS)

Al final del experimento se destruyeron tres individuos de cada genotipo sobreviviente, los cuales fueron separados en sus componentes morfológicos: hoja, tallo y raíz, para posteriormente ser colocado en bolsas de papel previamente etiquetadas, y ser secadas en la estufa de aire forzado marca Felisa (FE-243A) a una temperatura de 55 °C durante 72 horas. Se registró el peso individual de materia seca de cada componente mediante una báscula analítica marca adventure™Pro modelo Ohaus, de esta forma se determinó el rendimiento por planta (gr MS planta⁻¹).

3.3.3 Altura de la planta

Para el proceso de medición de altura de las plantas, se tomó por repetición semanalmente la altura utilizando una regla graduada de 30 cm. Cabe destacar que la medición se efectuó posicionando la regla desde la base de cada planta, garantizando así una evaluación consistente y precisa de la variable en consideración.

3.4 Análisis estadístico

Para determinar el efecto días después del trasplante sobre las variables evaluadas, se realizó un análisis de varianza con un diseño experimental con bloques completamente al azar con seis repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del

SAS estadístico para windows versión 9.0 (SAS institute, 2011) realizando una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$).

Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor de la variable de respuesta en el tratamiento i , repetición j

μ = Media general de la población estudiada

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

β_i = Efecto del i -ésimo bloque

ϵ_{ij} = Error estándar de la media

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Tasa de aparición de tallos

En el Cuadro 2 se registran los datos de la tasa de aparición de tallos (TATa) en diversos genotipos de *Lotus corniculatus* L. a diferentes días después del trasplante (DDT). Se presentaron diferencias estadísticas entre genotipos y entre días después del trasplante ($p < 0.05$). En el análisis comparativo promedio entre genotipos, se observó la mayor TATa en el genotipo 226796 con 33 %, respecto al total poblacional de tallos dentro de cada genotipo. Por otro lado, los genotipos Estanzuela Ganador y 202700 exhibieron la tasa más baja, con promedios de 10 y 6 %, respectivamente. Al momento del trasplante, el genotipo 226796 presentó la mayor TATa con el 31 %, superando al resto, sin embargo, a los 7 DDT fue similar al genotipo 255301 con tasas de 61 y 53 %, respectivamente, mientras que, el Estanzuela Ganador mostró la tasa más baja con un 11 %. A los 14 DDT el genotipo 226796 obtuvo una tasa mayor del 31% a diferencia del 202700 que registró una tasa mínima del 4 % de aparición. A los 21 DDT, el genotipo de 226796 volvió a destacar con una tasa mayor del 44 %, superando nuevamente a los demás materiales, mientras que el genotipo 2022700 experimentó una mortalidad en esta semana. De los 28, 35, 42,49 y 56 DDT no se presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$).

En la comparación entre días después del trasplante, el mayor promedio fue a los 7 días con 42 % en la tasa de aparición, siendo el inicio y a partir de los 14 días DDT mostrando una tasa menor del 7 y 17 % de aparición. El genotipo 226796 a los 7 DDT mostró una mayor tasa del 61 % y una menor a los 28 y 35 DDT con valores de 12 y 23 %. Estanzuela Ganador no presentó diferencias estadísticas ($p > 0.05$), registrando un promedio de 10 %. Los genotipos 255301 y 232098 obtuvieron la mayor tasa de aparición a los 7 DDT con 53 y 47 %, respectivamente. Sin embargo, a partir del momento del trasplante y hasta los 21 días posteriores, se observó una disminución en la tasa de aparición, situándose entre el 7 al 15 %. Especialmente el genotipo 202700 mostró una mayor tasa a los 7 DDT con 35 %, sin embargo, a pesar de una

tasa de aparición de tallos mayor al promedio (16 %), este genotipo no logro sobrevivir más allá de los 21 DDT.

Cuadro 2. Tasa de aparición de tallos (TATa) de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

DDT	Genotipos					\bar{x}	EEM
	226796	EG	255301	232098	202700		
0	31 ^{ABa}	10 ^{Ab}	15 ^{Bb}	15 ^{Bb}	13 ^{Bb}	17 ^B	9
7	61 ^{Aa}	11 ^{Ab}	53 ^{Aa}	47 ^{Aab}	35 ^{Aab}	42 ^A	22
14	31 ^{ABa}	12 ^{Aab}	23 ^{Bab}	11 ^{Bab}	4 ^{BCb}	16 ^B	12
21	44 ^{ABa}	12 ^{Ab}	13 ^{Bb}	8 ^{Bb}	0 ^{Cb}	15 ^B	14
28	12 ^{Ba}	8 ^{Aa}	7 ^{Ba}	11 ^{Ba}	-	7 ^B	11
35	23 ^{Ba}	9 ^{Aa}	8 ^{Ba}	10 ^{Ba}	-	10 ^B	16
42	29 ^{ABa}	9 ^{Aa}	8 ^{Ba}	11 ^{Ba}	-	11 ^B	17
49	34 ^{Aba}	8 ^{Aa}	10 ^{Ba}	8 ^{Ba}	-	12 ^B	19
56	34 ^{ABa}	14 ^{Aa}	11 ^{Ba}	7 ^{Ba}	-	13 ^B	21
\bar{x}	33 ^a	10 ^b	17 ^{ab}	14 ^{ab}	6 ^b	16	11
EMM	19	8	11	10	7	6	

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y minúsculas iguales en la misma fila no difieren estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$). EEM=error estándar. EG = Estanzuela Ganador. DDT= días después del trasplante.

Autores coinciden en que la luz incidente actúa sobre la activación del rebrote y por tanto en la producción de nuevos tallos (Deregibus *et al.*, 1983; Casal *et al.*, 1985), promoviendo diferencias en densidad de tallos en las diferentes estaciones (Difante *et al.*, 2008; Sbrissia *et al.*, 2010). En praderas asociadas los tallos y estolones están continuamente emergiendo, creciendo y muriendo, a tasas que varían en función de las condiciones ambientales y de manejo (Hodgson, 1990). La persistencia y el rendimiento de una pradera está determinada por el efecto combinado del patrón estacional de aparición y muerte de tallos, por lo que, la acumulación de materia seca a través del año depende del equilibrio entre la densidad y el peso de los tallos, balance que es afectado especialmente por la frecuencia e intensidad de defoliación (Hodgson, 1996; Hernández-Garay *et al.*, 1999). Defoliaciones frecuentes disminuyen la competencia por luz, permitiendo a formación de hojas cortas, y alta densidad de tallos, mientras que con defoliaciones poco frecuentes se forman hojas largas y se reduce la tasa de aparición de tallos (Lemaire, 2001). Por otra parte, el comportamiento en la densidad de plantas en trébol blanco se puede deber a su capacidad para fijar nitrógeno, hábito de crecimiento, plasticidad (Tallec *et al.*, 2008).

4.2 Tasa de mortalidad de tallos

En el Cuadro 3 se observa la tasa de mortalidad de tallos de diferentes genotipos de *Lotus corniculatus* L. días después del trasplante (DDT). Se presentaron diferencias estadísticas entre genotipos y días después del trasplante estudiados ($p < 0.05$). Al comparar el promedio entre genotipos, registró que la mayor tasa de mortalidad fue para el genotipo 202700 con el 83 %, siendo el genotipo de menor sobrevivencia (Cuadro 4), a diferencia del 226796 y Estanzuela Ganador con una menor tasa de 47 y 48 %. En los 0, 28, 35, 42 y 56 DDT, no se presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$). A los 7 DDT el genotipo 226796 registró la menor mortalidad con 10 % en comparación con los demás genotipos que presentaron tasas superiores. A los 14 DDT la mayor tasa de mortalidad la presentó el genotipo 202700 con un 74 % mientras que el resto con una menor de 19 y 39 %, en los 21 DDT el genotipo

202700 volvió a tener la mayor tasa de mortalidad con un 100 %, a diferencia de Estanduela Ganador quien obtuvo la menor tasa con una de 49 % respetivamente.

Cuadro 3. Tasa de mortalidad de tallos (TMTa) de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

DDT	Genotipos					\bar{x}	EEM
	226796	EG	255301	232098	202700		
0	6 ^{Ca}	8 ^{Ca}	7 ^{Ba}	6 ^{Ba}	7 ^{Ca}	7 ^C	3
7	10 ^{Cb}	47 ^{ABCa}	51 ^{ABa}	49 ^{Aa}	62 ^{Ba}	44 ^B	17
14	23 ^{BCb}	19 ^{BCb}	36 ^{ABb}	39 ^{ABb}	74 ^{ABa}	38 ^B	16
21	58 ^{ABab}	49 ^{ABCb}	67 ^{Aab}	72 ^{Aab}	100 ^{Aa}	69 ^A	26
28	73 ^{Aa}	49 ^{ABCa}	67 ^{Aa}	59 ^{Aa}	-	69 ^A	33
35	74 ^{Aa}	64 ^{ABa}	64 ^{Aa}	59 ^{Aa}	-	72 ^A	35
42	61 ^{ABa}	67 ^{Aa}	64 ^{Aa}	61 ^{Aa}	-	71 ^A	32
49	66 ^{Aa}	63 ^{ABa}	64 ^{Aa}	64 ^{Aa}	-	71 ^A	33
56	55 ^{ABa}	64 ^{ABa}	64 ^{Aa}	64 ^{Aa}	-	69 ^A	33
\bar{x}	47 ^b	48 ^b	54 ^{ab}	52 ^{ab}	83 ^a	57	19
EEM	21	24	24	21	15	12	

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y minúsculas iguales en la misma fila no difieren estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$). EEM= error estándar. EG = Estanduela Ganador. DDT= días después del trasplante.

En la comparación entre DDT, respecto al día inicial con 7 % de mortalidad (0 DDT), fue mayor a partir de los 21 DDT con valores del 69 y 72 % de mortalidad de tallos. El genotipo 226796, fue menor a los 7 y 14 DDT con 10 y 23 %, mientras que la

mayor fue a los 28, 35 y 49 DDT con valores de 73, 74 y 61 %. Estanzuela Ganador presentó una tasa menor a los 0 días y mayor a los 42 días con resultados del 8 y 67 %. El 255301 solo al inicio tuvo una menor TMT del 7 % y una mayor a partir de los 21 días después del trasplante con valores del 64 y 67 %. El genotipo 232098 al igual que el anterior tuvo una menor tasa a los 0 DDT de 6 %, con una mayor a los 7 y de los 21 DDT en adelante con 49 y 72 %. A excepción del genotipo 202700 que tuvo una menor mortalidad al inicio con 7 % y a los 21 días una mayor del 100 % siendo su muerte total. Por su parte, Pesqueira (2009) expone que la disminución de tallos vivos y el aumento de tallos muertos en plantas de trébol pata de pájaro, se debe a la cantidad de sales que se encuentran en el suelo de donde se desarrollan las plantas, además de esto puede afectar al número de ramificaciones, reduciendo así la vigorosidad de esta y su tiempo de vida.

4.3 Tasa de sobrevivencia de tallos

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de las tasas de sobrevivencia de tallos de diferentes genotipos de *Lotus corniculatus* L. a diferentes días después del trasplante (DDT). Se presentaron diferencias estadísticas entre genotipos y entre días después del trasplante ($p < 0.05$). En la comparación promedio entre genotipos la mayor tasa de sobrevivencia se registró en el 226796 y Estanzuela Ganador con 53 y 52 %, respectivamente, mientras que la menor en el genotipo 202700 con 17 %. A los 7 DDT el genotipo 226796 presentó la mayor tasa de sobrevivencia con 90 %, siendo superior al resto de los genotipos. A los 14 DDT el menor fue el 202700, siendo inferior estadísticamente al resto de los materiales, perdiéndose por completamente, terminando con 26 % de sobrevivencia, menor al resto de los genotipos y edades de trasplantes estudiados ($p < 0.05$). En la comparación entre DDT, con respecto al día cero (día del trasplante), a los 21, 28, 35, 42, 49 y 56 DDT, no se presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$). El genotipo 226796 fue mayor al inicio del trasplante y a los 7 DDT con 94 y 90 %, y menor a los 28, 35 y 49 DDT con 27, 26 y 34 %.

Cuadro 4. Tasa de sobrevivencia de tallos (TSTa) de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

DDT	Genotipos					\bar{x}	EEM
	226796	EG	255301	232098	202700		
0	94 ^{Aa}	92 ^{Aa}	93 ^{Aa}	94 ^{Aa}	93 ^{Aa}	93 ^A	3
7	90 ^{Aa}	53 ^{ABCb}	49 ^{ABb}	51 ^{Bb}	38 ^{Bb}	56 ^B	17
14	77 ^{ABa}	81 ^{ABa}	64 ^{ABa}	61 ^{ABa}	26 ^{BCb}	62 ^B	16
21	42 ^{BCab}	51 ^{ABCa}	33 ^{Bab}	28 ^{Bab}	0 ^{Cb}	31 ^C	25
28	27 ^{Ca}	51 ^{ABCa}	33 ^{Ba}	41 ^{Ba}	-	31 ^C	33
35	26 ^{Ca}	36 ^{BCa}	36 ^{Ba}	41 ^{Ba}	-	28 ^C	35
42	39 ^{BCa}	33 ^{Ca}	36 ^{Ba}	39 ^{Ba}	-	29 ^C	32
49	34 ^{Ca}	37 ^{BCa}	36 ^{Ba}	36 ^{Ba}	-	29 ^C	33
56	45 ^{BCa}	36 ^{BCa}	36 ^{Ba}	36 ^{Ba}	-	31 ^C	33
\bar{x}	53 ^a	52 ^a	46 ^{ab}	48 ^{ab}	17 ^b	43	19
EEM	21	24	24	21	15	12	

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y minúsculas iguales en la misma fila no difieren estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$). EEM= error estándar. EG = Estanduela Ganador. DDT= días después del trasplante.

El Estanduela Ganador fue mayor y menor a los cero y 42 DDT con 92 y 33 %. Mientras que los genotipos 255301 y 232098, registraron mayores tasas de sobrevivencia a los 0 DDT, con 94 y 93 %, con diferencia a las menores tasas de sobrevivencia a partir de los 21 DDT con valores entre 28 y 41 % de sobrevivencia. El caso especial del genotipo 202700 tuvo una sobrevivencia de tallos del 93 % al inicio del trasplante, pero sobrevivió solo hasta los 14 DDT con una tasa de sobrevivencia de

26 %. Observando que los genotipos de *Lotus* tienen la característica de producir mayor número de tallos, con menor altura como método de reproducción de la planta permitiendo su reproducción por estolones, respecto a las especies de porte más erecto (García y Urticácea, 2014). Por su parte Simon y Lemaire (1987) relatan que la menor tasa de aparición de tallos está relacionada con el aumento del índice de área foliar y con el avance del ciclo de rebrote, una vez que la intensidad de luz incidente sobre las yemas basales y axilares es reducida.

4.4 Rendimiento de materia seca

En el Cuadro 5 se observan los promedios de rendimiento de materia seca (g planta⁻¹) de cuatro genotipos de *Lotus corniculatus* L. que sobrevivieron a lo largo de 56 días después del trasplante (DDT). No se mostraron diferencias estadísticas entre genotipos ($p > 0.05$) con un promedio de 2.72 g MS planta⁻¹, sin embargo, mostraron diferencias entre los componentes morfológicos; hoja, tallo y raíz ($p < 0.05$). La raíz fue la de mayor producción con 1.62 g MS planta⁻¹, mientras que la hoja y el tallo con un menor promedio de 0.48 y 0.62 g MS planta⁻¹, respectivamente. Por su parte Rájala y Peltonen (2001) señalan que la aplicación de reguladores de crecimiento conduce a un aumento en el crecimiento de las raíces (aumento en longitud y volumen) y un aumento en la relación raíz: tallo en condiciones de campo. Al respecto, Rose *et al.*, (1991) mencionan que el volumen de raíces se correlaciona positivamente con la supervivencia y el crecimiento, ya que estos pueden prevalecer ante el estrés del trasplante, debido a una mayor capacidad de hidratación de agua y nutrientes. Por su cuenta Leakey y Mesén (1991) realizaron investigaciones independientes que involucraron diversas especies tropicales. Sus hallazgos revelaron que la temperatura más propicia para el proceso de enraizamiento oscila entre los 20 y 25 °C. Estos datos podrían haber modificado los resultados del experimento en *Lotus corniculatus* L.

Cuadro 5. Rendimiento y composición morfológica (g planta⁻¹) de genotipos de *Lotus corniculatus* L., sobrevivientes a 56 días después del trasplante.

CM	Genotipos				\bar{x}	EEM
	226796	EG	255301	232098		
Hoja	0.48 ^{Ba}	0.67 ^{Ba}	0.58 ^{Ba}	0.21 ^{Ba}	0.48 ^B	0.45
Tallo	0.41 ^{Ba}	1.00 ^{Ba}	0.58 ^{Ba}	0.46 ^{Ba}	0.62 ^B	0.30
Raíz	1.29 ^{Aa}	2.62 ^{Aa}	1.38 ^{Aa}	1.18 ^{Aa}	1.62 ^A	0.77
Total	2.19 ^a	4.29 ^a	2.55 ^a	1.85 ^a	0.91	1.52
EEM	0.24	0.54	0.01	0.09	0.20	

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y minúsculas iguales en la misma fila no difieren estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$). EEM= error estándar. EG = Estanduela Ganador. CM = componentes morfológicos.

4.5 Aportación de los componentes morfológicos al rendimiento total

En el Cuadro 6 se muestra la aportación de los componentes morfológicos al rendimiento total de materia seca de cuatro genotipos de *Lotus corniculatus* L. sobrevivientes al estudio durante 56 días después del trasplante. Se pudo apreciar diferencias estadísticas solo entre componentes morfológicos ($p < 0.05$), más no entre genotipos dentro de cada componente morfológico ($p > 0.05$). En la comparación de hoja, tallo y raíz, se observó que la raíz exhibió un desempeño superior en relación con los demás componentes morfológicos. La contribución al rendimiento total de materia seca por planta fue notablemente más elevada para la raíz, alcanzando un valor de 60 %. En contraste, tanto como la hoja como el tallo presentaron proporciones significativamente menores, representando únicamente el 17 % y 23 % respectivamente ($p > 0.05$) del aporte total. En todos los genotipos el aporte por la raíz al rendimiento total fue superior al 50 %; 64 en los genotipos 232098 y Estanduela ganador, 58 % en el 226796 y 54 % en el 255301. Por otra parte, Hernández *et al.*

(2021) en un estudio de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L. incluido el 226796, durante el estudio, se observó que, al cabo de 7 días de rebrote, la hoja contribuyó significativamente con 86 % en la aportación total de la planta. Por su parte García *et al.* (2014), mencionan que los componentes morfológicos que más influyen en el rendimiento acumulado de forraje son la hoja y el tallo con un coeficiente de correlación del 0.95 y 0.97, respectivamente.

Cuadro 6. Aportación al rendimiento total (%) de genotipos de *Lotus corniculatus* L., sobrevivientes a los 56 días después del trasplante.

CM	Genotipos				\bar{x}	EEM
	226796	E.G.	255301	232098		
Hoja	22 ^{Ba}	11 ^{Ba}	23 ^{Ba}	11 ^{Ba}	17 ^B	6.1
Tallo	20 ^{Ba}	25 ^{Ba}	23 ^{Ba}	25 ^{Ba}	23 ^B	2.4
Raíz	58 ^{Aa}	64 ^{Aa}	54 ^{Aa}	64 ^{Aa}	60 ^A	6.5
Total	100	100	100	100	33	
EEM	7.9	9.3	0.9	6.6	4.0	

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y minúsculas iguales en la misma fila no difieren estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$). EEM= error estándar. EG = Estanzuela Ganador. CM = Componentes morfológicos.

En otros estudios como el de Álvarez *et al.* (2020) obtuvieron resultados diferentes a este estudio en el genotipo 202700, con aporte del 58 % del componente hoja y seguida por el tallo (31 %). En comparación con los promedios obtenidos en este estudio, la diferencia marcada se ve reflejada en el genotipo 202700 ya que se mostró vulnerable y murieron todas sus repeticiones, la diferencia puede deberse a que en el presente estudio solo se evaluó la estación de otoño- invierno. Otra diferencia se muestra con el aporte de los componentes, la raíz sobresalió ante las hojas y tallos,

diferencia que puede deberse a que se utilizó un enraizador para promover el crecimiento de raíz.

4.6 Altura de planta

En el Cuadro 7 se muestran los datos de altura de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., evaluados a diferentes días después del trasplante (DDT). En la comparación promedio entre genotipos no se presentaron diferencias estadísticas ($p>0.05$), con un promedio de 4 cm de altura de planta. A los 14, 28, 35, 42, 49 y 56 DDT no se presentaron diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre genotipos. Durante el procedimiento de trasplante se logra observar que el único genotipo que mostró diferencias ($p<0.05$) fue el 202700 con un promedio menor de 6 cm y el menor el 232098 con 5 cm de altura. A los 7 DDT el promedio mayor fue de Estanzuela Ganador y 202700 con 7 cm, mientras que el menor fue del 226796 y 232098 con un promedio de 6 cm, respectivamente. A los 21 DDT el mayor con 6 cm y menor fue el 202700 donde desapareció el genotipo.

En la comparación entre días después del trasplante, el mayor promedio se presentó en los días 7 y 14 DDT con valores de 6 y 5 cm, las diferencias se mostraron a los 35, 42 y 49 DDT con un promedio menor de 3, 2, y 3 cm. Los genotipos 226796, Estanzuela Ganador, 255301 y 232098 no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$), sin embargo, en el genotipo 202700 presentó una diferencia a los 21 días DDT con 0 cm, solo sobrevivió hasta los 14 DDT dando un promedio de 4 cm. Por su parte, Hernández *et al.* (2021) trabajando en condiciones de invernadero, reportaron que el genotipo 255301 presentó la mayor altura con un promedio 25.4 cm, muy superior a la obtenida en el presente estudio, la cual puede deberse a las condiciones de invernadero, sin embargo, en este trabajo, los genotipos no mostraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre los DDT, mientras que entre genotipos, se observa diferencias significativas ($p<0.05$), en el genotipo 202700 murieron todas sus repeticiones a los 21 DDT. Por su parte Sumida (2015), explica que la altura de la planta está directamente asociada al diámetro de esta y que estas muestran las alteraciones

que se presentan en la planta al tener un mal manejo, deduce que si existe un mal o excesivo manejo para obtención de forraje se reducirán el valor de estas, ya que la parte aérea nos permiten conocer el estado de la raíz del cultivo.

Cuadro 7. Altura de planta de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

DDT	Genotipos					\bar{x}	EEM
	226796	EG	255301	232098	202700		
0	5 ^{Aab}	5 ^{Aab}	5 ^{Aab}	5 ^{Ab}	6 ^{Aa}	5 ^{AB}	0.5
7	6 ^{Ab}	7 ^{Aa}	6 ^{Aab}	6 ^{Ab}	7 ^{Aa}	6 ^A	0.7
14	6 ^{Aa}	6 ^{Aa}	6 ^{Aa}	6 ^{Aa}	4 ^{Aa}	5 ^A	2.6
21	6 ^{Aa}	5 ^{Aab}	4 ^{Aab}	4 ^{Aab}	0 ^{Bb}	4 ^{ABC}	3.1
28	5 ^{Aa}	5 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	-	3 ^{BC}	3.8
35	5 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	-	3 ^C	3.5
42	3 ^{Aa}	4 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	-	2 ^C	3.9
49	3 ^{Aa}	4 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	-	3 ^C	4.3
56	3 ^{Aa}	4 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	-	3 ^{BC}	4.4
\bar{x}	5 ^a	5 ^a	4 ^a	4 ^a	2 ^a	4	2.2
EEM	2.45	2.5	2.4	2.0	2.0	1.1	

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y minúsculas iguales en la misma fila no difieren estadísticamente (Tukey; $p>0.05$). EEM= error estándar. EG = Estanduela Ganador. DDT= días después del trasplante.

V. CONCLUSIONES

En conclusión, los genotipos 226796 y Estanzuela Ganador de *Lotus corniculatus* L. en condiciones semi-controladas de invernadero mostraron la mayor sobrevivencia a lo largo de 56 días después del trasplante, mientras que el 202700 solo sobrevivió hasta los 21 días después del trasplante. En los periodos de observación a los 7 y 14 días después del trasplante se registraron los mayores valores de altura en las plantas evaluadas, los genotipos Estanzuela Ganador y 255301 no se vieron afectados durante el experimento ya que mantuvieron alturas superiores sin mostrar diferencias significancia. Al final del experimento, la raíz fue el componente morfológico que más aportó al rendimiento, seguida por el tallo y hoja.

VI. LITERATURA CITADA

- Álvarez Vázquez, P., Guerrero Rodríguez, J. D. D., García De Los Santos, G., Ortega Cerrilla, M. E., Mendoza Pedroza, S. I., Y Joaquín Cancino, S. (2020).** Acumulación de forraje de *Lotus corniculatus* L., en función a diferentes estrategias de cosecha. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 11(4):1087-1100. Disponible en: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i4.4950>
- Ayala, W., Carámbula, M. (2009).** El valor agronómico del género *Lotus*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Uruguay, 424.
- 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. 99: 25-37.
- Beuselinck, P. R., Grant, W. F. (1995).** Birdsfoot trefoil. In: Forages, An Introduction to Grassland Agriculture. R F Barnes, A H Brown, D J Crowford (Eds). Iowa State Univ.Press, Ames, Iowa. 5th Ed. 1: 237-248. <https://doi.org/10.1071/EA06147>
- 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.
- Briske, D. D., Boutton, T. W., Wang, Z., (1996).** Contribution of flexible allocation priorities to herbivore tolerance in C4 perennial grasses: an evaluation with 13 Clabelling. *Oecologia*. 105: 151-159.
- Canals, R. M., Peralta, J., Zubiri, E., (2009).** Flora pratense y forrajera cultivada de la península Ibérica., UNAVARRA, Pamplona, España, pp. 2. Recuperado el 08 de diciembre del 2023. Disponible en: https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Lotu_corn_p.htm
- 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. <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1469-8137.1997.00733.x>

- Casal, J. J., Deregibus, V. A., Sánchez, R. A. (1985).** Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam vegetative and reproductive plants as affected by differences in red far-red irradiation. *Annals of Botany* 56 (4): 553-559.
- Castro-Rivera, R., Hernández-Garay, A., Ramírez-Reynoso, O., Aguilar-Benítez, G., Enríquez-Quiroz, J. F., Mendoza-Pedroza, S. I. (2013).** Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4(2): 201–215.
- Da Silva, S. C., and D. Nascimento Jr. (2007).** Avancos na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36: 121-138.
- De Carvalho, C. A. B., Paciullo, D. S. C., Rossiello, R. O. P., Derez, e F. (2006).** Dinâmica do perfilhamento em capim-elefante sob influência da altura do resíduo pós-pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41:145-152.
- Deregibus, V. A., Sánchez, R. A., Casal, J. J. (1983).** Effects of light dualito on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiology*. 72 (3): 900-902.
- Díaz, P., Borsani, O., y Monza, J. (2005).** *Lotus*-related species and their agronomic importance. *Lotus japonicus handbook*, 25-37.
- Difante, G. S., Nascimento-Junior, D., Da Silva, S. C., Batista, E. V. P., De Moura, Z. A., Adese, B. (2008).** Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37 (2): 189-196
- Dougall, M. (1973).** *Lotus corniculatus* L. Obtenido de SEINet Arizona - New México Chapter: <https://swbiodiversity.org/seinet/taxa/index.php?tid=1652>
- EcoRegistros. (2023).** Trébol Pata De Pájaro (*Lotus tenuis*) - Ficha de la especie. Accedido el 30/11/2023 p. Disponible en: <http://www.ecoregistros.org>

- Ferreira, R. D. P., Karam, D., Tupy, O., Fonseca, D. D., Kuwahara, F. A., y Pereira, A. (2022).** Manejo de forraje. 7. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1144842/1/ManejoForraje.pdf>
- García de los Santos, G., Steriner, J. J. (2003).** Diversidad genética en *Lotus corniculatus* L. determinada por caracteres morfológicos y RAPDs. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(3): 173. Disponible en: <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-3/7a.pdf>
- García-Bonilla, D. V., Guerrero-Rodríguez, J. D. D., García de los Santos, G., Lagunes-Rivera, S. A. (2014).** Rendimiento y calidad de forraje de genotipos de *Lotus corniculatus* en el Estado de México. *Nova Scientia*, 7(13): 170-189. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v7n13/v7n13a10.pdf>
- García Pintos Berisso, M. J., Y Orticochea Dell'acqua, A. (2014).** Efecto de la mezcla y dotación animal en la productividad invierno-primaveral de una pradera de cuarto año compuesta por *Festuca*, trébol blanco y *Lotus corniculatus*. [Tesis de Licenciatura, Universidad de la Republica].
- Gunn, C. R., J. H. Wiersema, C.A., Ritchie, J.H., Kirkbride, Jr. (1992).** Families and general or spermatophytes recognized by the Agricultural Research Service. USDA-ARS, Tech. Bull. 1796. 43.
- Hernández-Garay, A., Matthew, C., Hodgson, J. (1999).** Tiller size/density compensation in perennial *ryegrass* miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass Forage Science*, 54(4): 347-356.
- Hernández-Garay, A., Martínez-Hernández, PA., Zaragoza-Esparza, J., Vaquera-Huerta, H., Osnaya-Gallardo, F., Joaquín Torres, B.M., Velazco-Zebadúa, M.E. (2012).** Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35(3): 259–266.
- Hernández-Guzmán, F. J., Álvarez- Vázquez, P., Flores-Naveda, A., Camposeco-Montejo, N., Wilson-García, C. Y., Martínez-Martínez, R. (2021).** Rendimiento deforraje de tres genotipos de *Lotus corniculatus* L., en función de la edad al

corte. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(2): 34.
<https://doi.org/10.19136/era.a8nii.2937>

Hodgson J. (1990). Grazing management: Science into practice. Harlow, England: Longman Scientific and Technical. 204.

Hodgson J. (1996). Control del consumo de hierba. En: G.A.N. Martínez, editor, Seminario Internacional Teórico- Práctico: Tópicos selectos en sistemas sustentables de producción animal bajo pastoreo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México 41-54.

Kelman, W. M., Blumenthal, M. J. and Harris C. A. (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(7): 959-968. Disponible en: <https://www.publish.csiro.au/cp/A97024>

Lagler, J. C. (2003). *Lotus*: Un género que no acaba en dos especies. Rev. Forrajes y Granos. Buenos Aires, Argentina. 62, 72-76.

Leakey, B. y Mesén, F. (1991). Métodos de propagación vegetativa en arboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. Capítulo 10. In Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central. Cornelius JP, Messen F, Corea E (eds.), Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica.135-153.

Lemaire, G. (2001). Ecophysiology of grasslands Aspects of forage plant populations in grazed swards. In: Proc. XIX International Grasslands Congress. Brazilian Society Animal Husbandry Sociedad Brasileira de Zootecnia (eds). Sao Pedro, Sao Paulo. Brasil. 29-37.

Maroso, R. P., S. Meredith S. B., and Carneiro C. (2007). Rebrotas de *Lotus spp.* de diferentes hábitos de crecimiento. Revista Brasileira de Zootecnia. 36(5): 1524-1531.
<https://www.scielo.br/j/rbz/a/pkHsfSmBrQ6Zq4rxm74TdZJ/?format=pdf&lang=pt>

Matthew, C., Assuero, S. G., Black, C. K. y Sackville Hamilton, N. R. (2000). Tiller dynamics of grazed swards. In: grassland ecophysiology and grazing ecology.

- Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Carvalho, P. C. and Nabinger, F. C. (Eds.). CAB International. Wallingford, UK. 127-150.
- Matthew, C., Agnusdei, M. G., Assuero, S. G., Sbrissia, A. F., Schneider, O. and da Silva, S. C. (2013).** State of knowledge in tiller dynamics.
- Merchant-Fuentes, I., Solano-Vergara, J. J. (2016).** Las praderas, sus asociaciones y características: una revisión. *Acta Agrícola y Pecuaria* 2(1):1–11.
- Miñón, D. P., Sevilla, G. H., Montes, L., Fernández, O., Refi, R. (1990).** “*Lotus tenuis* y *corniculatus*: leguminosas forrajeras para la pampa deprimida”. *Boletín Técnico* (98). INTA E.E.A Balcarce. Argentina. 19 p.
- Morales, A. J., Victoria, J. L. J., Velasco, V. A. V., Aparicio, Y. V., del Valle, J. R. E., Garay, A. H. (2006).** Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la Mixteca de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 44(3): 277-288. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1741/1735>
- Niezen, J. H., Waghorn, T. S., Charleston, W. A. G. Y., Waghorn, C. G. (1995).** Growth and gastrointestinal nematode parasitism in lambs grazing either Lucerne (*medicago sativa*) or Sulla (*Hedysarum coronarium*) which contains condensed tannins. *Journal of agricultural science*. 125(2): 281-289.
- Norton, B. W. (1999).** The significance of tannins in tropical animal production. CIAR p. Proceedings, 92, 14-23. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20056701515>
- Orozco-Jarma, A., Maza-Angulo, L., Pineda-Pérez, A., Hernández-Ciodaro, J. (2012).** Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Bracharia humidicola*. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 7(1): 89–99.
- 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. <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd16/2/oter1602.htm>
- Papadopoulos, Y. A., y Kelman, W. M. (1999).** Traditional Breeding of *Lotus* Species. *Trefoil: The Science and Technology of the Lotus*, 28, 187-198.

- Pesqueira, J. (2009).** Cambios bioquímicos, morfológicos y eco fisiológicos en plantas del género *Lotus* bajo estrés salino [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. 1975<https://doi.org/10.4995/Tesis/10251/5765>
- Rájala, A., y Peltonen, S., P. (2001).** Efectos de los reguladores del crecimiento de las plantas en el crecimiento de raíces y brotes de cereales de primavera. *Revista Agronomía*, 93(4): 936-943.
- Ramírez, R. O., Da Silva, S. C., Hernández, G. A., Enríquez, Q. J. F., Pérez, P. J., Quero, C. A. R. y Herrera, H. J. G. (2011).** Rebrote y estabilidad poblacional de tallos en el pasto *Panicum máximum* cv. Mombaza cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev. Fitotec. Mex.* 34(3): 213-220.
- Ramírez, R. O., Flores, I. A., Hernández, E. C., Rojas, A. R. G., Maldonado, M. Á. P. y Valenzuela, J. L. L. (2020).** Dinámica poblacional de tallos e índice de estabilidad del pasto llanero. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 11(24): 23-34. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2355>.
- Rojas, G. A. R., Hernández, G. A., Quero, C. A. R., Guerrero, R. J. D., Zaragoza, R. J. L. y Trejo, L. C. P. (2016).** Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 7(4): 885-895.
- Rose, R., Atkinson, M., Gleason, J., & Sabin, T. (1991).** El volumen de raíces como criterio de clasificación para mejorar el rendimiento en campo de plántulas de abeto Douglas. *Bosques Nuevos*, 5, 195-209.
- Rueda, J. A., Ortega-Jiménez, E., Enríquez-Quiroz, J. F., Palacios-Torres, R. E., Ramírez-Ordoñez, S. (2018).** Tiller population dynamics in eight cultivars of Elephant grass during undisturbed growth. *African Journal of Range and Forage Science* 35(2):109–119.
- Santacoloma, L. E., Granados, J. E., Aguirre, S. E. (2015).** Comportamiento agronómico, nutricional y contenido de taninos de la leguminosa *Lotus corniculatus* como efecto de la fertilidad del suelo. *Revista Ciencia Animal*, 1(9): 189-208. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1088&context=ca>

- Sbrissia A. F., Da Silva S. C., Sarmiento D. O. L., Molan L. K., Andrade F. M. E., Goncalves A. C., Lupinacci A. V. (2010).** Tillering dynamics in *palisadegrass* swards continuously stocked by cattle. *Plant Ecology* 206 (2): 349-359
- Seaney, R. R. and Henson, P. R. (1970).** *Birdsfoot trefoil*. *Advances in Agronomy*. 22: 119-157.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211308602679>
- Silveira, D. (2011).** Caracterización agronómica de las leguminosas más utilizadas en el Uruguay. Ing. Grupo Disc. de Producción y Utilización de Pasturas Dpto. de Producción Animal y Pasturas Est Exp. Leguminosas. 48 p.
- Simon, J. C. and Lemaire, G. (1987).** Tillering and leaf index in grasses in vegetative phase. *Grass and Forage Science*. 42(4): 373-380.
- Striker, G. G., Insausti, P., Grimoldi, A. A., Ploschuk, L. E., Viviana, V. (2005).** Physiological and anatomical basis of differential tolerance to soil flooding of *Lotus corniculatus* L. and *Lotus glaber* Mill. *Plant and Soil*. 276: 301-311.
[10.1007/s11104-005-5084-0](https://doi.org/10.1007/s11104-005-5084-0)
- Sumida, A. (2015).** The diameter growth–height growth relationship as related to the diameter–height relationship. *Tree Physiology*, 35(10): 1031–1034. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpv100>
- Tallec, T., Diquélou, S., Lemauviel, S., Cliquet, J. B., Lesuffleur, F., Ourry, A. (2008).** Nitrogen: sulphur ratio alters competition between *Trifolium repens* and *Lolium perenne* under cutting: Production and competitive abilities. *European Journal of Agronomy*, 29(2-3): 94-101.
- USDA (2011).** Taxonomía del *birdsfoot trefoil* Departamento de agricultura de los Estados Unidos p. Disponible en: <http://www.USDA-NRCA/2011/lotuscorniculatus/>

VII. ANEXO

Cuadro 8. Tasa de sobrevivencia de tallos (TSTa) de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

Genotipos	Días después del trasplante (DDT)									\bar{x}	SIG	EEM	DMS
	0	7	14	21	28	35	42	49	56				
226796	94 ^{Aa}	90 ^{Aa}	77 ^{Aab}	42 ^{ABbc}	27 ^{Ac}	26 ^{Ac}	39 ^{Abc}	34 ^{Ac}	45 ^{Abc}	53 ^A	<.0001	21	52
EG	92 ^{Aa}	53 ^{Babc}	81 ^{Aab}	51 ^{Aabc}	51 ^{Aabc}	36 ^{Abc}	33 ^{Ac}	37 ^{Abc}	36 ^{Abc}	52 ^A	<.0001	24	52
255301	93 ^{Aa}	49 ^{Bab}	64 ^{Aab}	33 ^{ABb}	33 ^{Ab}	36 ^{Ab}	36 ^{Ab}	36 ^{Ab}	36 ^{Ab}	46 ^{AB}	<.0001	24	46
232098	94 ^{Aa}	51 ^{Bb}	61 ^{Aab}	28 ^{ABb}	41 ^{Ab}	41 ^{Ab}	39 ^{Ab}	36 ^{Ab}	36 ^{Ab}	48 ^{AB}	<.0001	21	47
202700	93 ^{Aa}	38 ^{Bb}	26 ^{Bbc}	0 ^{Bc}	--	--	--	--	--	17 ^B	<.0001	15	39
\bar{x}	93 ^a	56 ^b	62 ^b	31 ^c	31 ^c	28 ^c	29 ^c	29 ^c	31 ^c	43	<.0001	12	43
SIG	0.5	0.006	0.001	0.02	0.14	0.2	0.10	0.12	0.09	0.01			
EEM	3	17	16	25	33	35	32	33	33	19			
DMS	93	56	61	30	38	35	36	35	38	43			

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y letras minúsculas iguales en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey; $p>0.05$).
EG= Estanzuela Ganador. SIG= Significancia. EEM= Error estándar de media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 9. Tasa de mortalidad de tallos (TMTa) de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

Genotipos	Días después del trasplante (DDT)									\bar{x}	SIG	EEM	DMS
	0	7	14	21	28	35	42	49	56				
226796	6 ^{Ac}	10 ^{Bc}	23 ^{Bbc}	58 ^{ABab}	73 ^{Aa}	74 ^{Aa}	61 ^{Aab}	66 ^{Aa}	55 ^{Aab}	47 ^B	<.0001	21	47
EG	8 ^{Ac}	47 ^{Aabc}	19 ^{Bbc}	49 ^{Babc}	49 ^{Aabc}	64 ^{Aab}	67 ^{Aa}	63 ^{Aab}	64 ^{Aab}	48 ^B	<.0001	24	47
255301	7 ^{Ab}	51 ^{Aab}	36 ^{Bab}	67 ^{ABa}	67 ^{Aa}	64 ^{Aa}	64 ^{Aa}	64 ^{Aa}	64 ^{Aa}	54 ^{AB}	<.0001	24	53
232098	6 ^{Ab}	49 ^{Aa}	39 ^{Bab}	72 ^{ABa}	59 ^{Aa}	59 ^{Aa}	61 ^{Aa}	64 ^{Aa}	64 ^{Aa}	52 ^{AB}	<.0001	21	52
202700	7 ^{Ac}	62 ^{Ab}	74 ^{Aab}	100 ^{Aa}	--	--	--	--	--	83 ^A	<.0001	15	60
\bar{x}	7 ^c	44 ^b	38 ^b	69 ^a	69 ^a	72 ^a	71 ^a	71 ^a	69 ^a	57	<.0001	12	56
SIG	0.5	0.006	0.001	0.02	0.14	0.2	0.10	0.12	0.09	0.01			
EEM	3	17	16	26	33	35	32	33	33	19			
DMS	7	43	38	69	61	64	63	64	61	56			

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y letras minúsculas iguales en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey; $p>0.05$). EG= Estanduela Ganador. SIG= Significancia. EEM= Error estándar de media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 10. Tasa de aparición de tallos (TATa) de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

Genotipos	Días después del trasplante (DDT)									\bar{x}	SIG	EEM	DMS
	0	7	14	21	28	35	42	49	56				
226796	31 ^{Aab}	61 ^{Aa}	31 ^{Aab}	44 ^{Aab}	12 ^{Ab}	23 ^{Ab}	29 ^{Aab}	34 ^{Aab}	34 ^{Aab}	33 ^A	<.0001	19	33
EG	10 ^{Ba}	11 ^{Ba}	12 ^{ABa}	12 ^{Ba}	8 ^{Aa}	9 ^{Aa}	9 ^{Aa}	8 ^{Aa}	14 ^{Aa}	10 ^B	<.0001	8	10
255301	15 ^{Bb}	53 ^{Aa}	23 ^{ABb}	13 ^{Bb}	7 ^{Ab}	8 ^{Ab}	8 ^{Ab}	10 ^{Ab}	11 ^{Ab}	17 ^{AB}	<.0001	11	16
232098	15 ^{Bb}	47 ^{ABa}	11 ^{ABb}	8 ^{Bb}	11 ^{Ab}	10 ^{Ab}	11 ^{Ab}	8 ^{Ab}	7 ^{Ab}	14 ^{AB}	<.0001	10	14
202700	13 ^{Bb}	35 ^{ABa}	4 ^{Bbc}	0 ^{Bc}	--	--	--	--	--	6 ^B	<.0001	7	12
\bar{x}	17 ^b	42 ^a	16 ^b	15 ^b	7 ^b	10 ^b	11 ^b	12 ^b	13 ^b	16	<.0001	6	16
SIG	0.03	0.06	0.04	0.003	0.3	0.2	0.096	0.094	0.11	0.02			
EEM	9	22	12	14	11	16	17	19	21	11			
DMS	16	41	16	15	9	12	14	14	16	16			

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y letras minúsculas iguales en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey; $p>0.05$). EG= Estanzuela Ganador. SIG= Significancia. EEM= Error estándar de media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 11. Altura de planta de cinco genotipos de *Lotus corniculatus* L., días después del trasplante.

Genotipos	Días después del trasplante (DDT)									\bar{x}	SIG	EEM	DMS
	0	7	14	21	28	35	42	49	56				
226796	5 ^{ABa}	6 ^{Ba}	6 ^{Aa}	6 ^{Aa}	5 ^{Aa}	5 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	3 ^{Aa}	5 ^A	0.0044	2.4	4.6
EG	5 ^{ABa}	7 ^{Aa}	6 ^{Aa}	5 ^{ABa}	5 ^{Aa}	3 ^{Aa}	4 ^{Aa}	4 ^{Aa}	4 ^{Aa}	5 ^A	<.0001	2.5	4.7
255301	5 ^{ABa}	6 ^{ABa}	6 ^{Aa}	4 ^{ABa}	3 ^{Aa}	4 ^A	<.0001	2.4	3.9				
232098	5 ^{Ba}	6 ^{Ba}	6 ^{Aa}	4 ^{ABa}	3 ^{Aa}	4 ^A	<.0001	2.0	3.8				
202700	6 ^{Aa}	7 ^{Aa}	4 ^{Aa}	0 ^{Bb}	--	--	--	--	--	2 ^A	0.0019	2.0	4.0
\bar{x}	5 ^{ab}	6 ^a	5 ^a	4 ^{abc}	3 ^{bc}	3 ^c	2 ^c	3 ^c	3 ^{bc}	4	<.0001	1.1	3.8
SIG	0.004	0.01	0.8	0.04	0.3	0.4	0.73	0.70	0.6	0.2			
EEM	0.5	0.7	2.0	3.1	3.8	3.5	3.9	4.3	4.4	2.0			
DMS	4.8	6.0	5.0	4.0	3.9	3.2	3.08	3.3	3.5	3.0			

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y letras minúsculas iguales en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey; $p>0.05$). EG= Estanduela Ganador. SIG= Significancia. EEM= Error estándar de media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 12. Rendimiento y composición morfológica (g planta⁻¹) de genotipos de *Lotus corniculatus* L., sobrevivientes a 56 días después del trasplante.

Genotipos	Componentes morfológicos			Total	SIG	EEM	DMS
	Hoja	Tallo	Raíz				
226796	0.48 ^{Ab}	0.41 ^{Ab}	1.29 ^{Aa}	2.19 ^A	0.05	0.24	0.7
EG	0.67 ^{Ab}	1.00 ^{Ab}	2.62 ^{Aa}	4.29 ^A	0.018	0.54	1.4
255301	0.58 ^{Ab}	0.58 ^{Ab}	1.38 ^{Aa}	2.55 ^A	<.0001	0.01	0.8
232098	0.21 ^{Ab}	0.46 ^{Ab}	1.18 ^{Aa}	1.85 ^A	0.0015	0.09	0.6
\bar{x}	0.48 ^b	0.62 ^b	1.62 ^a	0.91	0.008	0.20	0.9
SIG	0.54	0.26	0.20	0.31			
EEM	0.45	0.30	0.77	1.52			
DMS	0.48	0.61	1.61	2.72			

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y letras minúsculas iguales en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey; $p>0.05$). EG= Estanzuela Ganador. SIG= Significancia. EEM= Error estándar de media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 13. Aportación al rendimiento total (%) de genotipos de *Lotus corniculatus* L., sobrevivientes a los 56 días después del trasplante.

Genotipos	Componentes morfológicos			Total	SIG	EEM	DMS
	Hoja	Tallo	Raíz				
226796	22 ^{Ab}	20 ^{Ab}	58 ^{Aa}	100	0.02	7	33
EG	11 ^{Ab}	25 ^{Ab}	64 ^{Aa}	100	0.01	9	33
255301	23 ^{Ab}	23 ^{Ab}	54 ^{Aa}	100	<.0001	1	33
232098	11 ^{Ab}	25 ^{Ab}	64 ^{Aa}	100	0.004	6	33
\bar{x}	17 ^b	23 ^b	60 ^a	33	0.0012	4	33
SIG	0.1	0.04	0.3				
EEM	6.1	2	6.5				
DMS	16	23	60				

Letras mayúsculas iguales en la misma columna y letras minúsculas iguales en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey; $p > 0.05$). EG= Estanduela Ganador. SIG= Significancia. EEM= Error estándar de media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.