

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



**Distribución del rendimiento de biomasa de ryegrass (*Lolium perenne* L.)
en condiciones de invernadero**

Por:

MARÍA CELIA LUNA REYES

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, diciembre 2022.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Distribución del rendimiento de biomasa de Ryegrass (*Lolium perenne* L.) en condiciones de invernadero

POR:

MARÍA CELIA LUNA REYES

TESIS PROFESIONAL

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

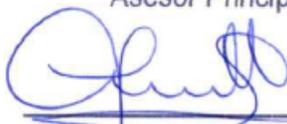
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



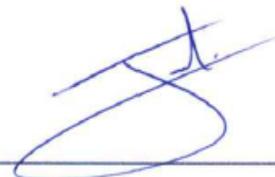
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez

Asesor Principal



Dra. Xóchitl Ruelas Chacón

Coasesor



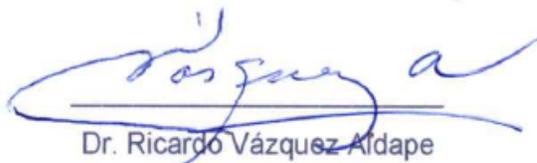
Dr. Josué Israel García López

Coasesor



Dr. Neymar Camposeco Montejo

Coasesor



Dr. Ricardo Vázquez Aldape

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, diciembre 2022.

DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, diciembre de 2022.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "Distribución del rendimiento de biomasa de Ryegrass (*Lolium Perenne* L.) en condiciones de invernadero; 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 que 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.

María Celia Luna Reyes



Nombre

Firma

RESUMEN

El ryegrass perenne (*Lolium perenne*) es una de las gramíneas forrajera más utilizadas en la alimentación del ganado en pastoreo. El objetivo fue determinar la distribución de biomasa de ryegrass, Días Después de Rebrote (DDR) en la estación de primavera, usando un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron; rendimiento de materia seca (RMS), Composición Morfológica (CM), Altura de Planta (AP), Relación Hoja:Tallo (R:H/T), Número de Tallos (NT) y Relación Raíz:Parte aérea (R:R/PA). A los 15 y 30 DDR, se presentó la menor producción de forraje con 8 y 13 g MS planta⁻¹ respecto al resto de DDR que tuvieron una mayor producción. En el promedio de porcentajes de aportación de la CM, se encontraron diferencias, donde la raíz tuvo la mayor aportación con 38 % y el material muerto aportó la menor cantidad con 6 %. En el rendimiento por componentes la raíz produjo 7 g MS ha⁻¹, el tallo 6 g MS planta⁻¹ con la mayor aportación, y con 1 g MS planta⁻¹ el material muerto presentó la menor aportación. En la relación hoja:tallo se obtuvo el mayor valor a los 15 DDR con 1.6, y el menor a los 90 DDR con 0.5. La menor altura se presentó en 15, 30 y 45 DDR con 9, 10, 10 cm, respectivamente y la mayor 13 cm a los 90 DDR. Respecto a los números de tallos y relación raíz:parte aérea, no se encontró diferencia estadística con valores promedio de 150 tallos planta⁻¹, y 0.65, respectivamente. En conclusión, el mayor rendimiento se obtuvo a partir de los 30 días de rebrote, siendo la raíz y el tallo los componentes que más aportación hicieron al rendimiento total.

Palabras clave: *Lolium perenne* L, rendimiento de forraje, análisis de crecimiento, días de rebrote, composición morfológica.

ABSTRAC

Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) is one of the most widely used forage grasses for feeding grazing cattle. The objective was to determine the distribution of ryegrass biomass, Days After Regrowth (DAR) in the spring season, using a completely randomized experimental design, with three repetitions. The variables evaluated were; dry matter yield (RMS), Morphological Composition (MC), Plant Height (AP), Leaf:Stem Ratio (R:L/S), Number of Stems (NS) and Root:Part Area Ratio (R:R/PA). At 15 and 30 DAR, the lowest forage production was presented with 8 and 13 g DM plant⁻¹ compared to the rest of DAR that had a higher production. In the average contribution percentages of the MC, differences were found, where the root had the highest contribution with 38 % and the dead material contributed the least amount with 6 %. In the yield by components, the root produced 7 g DM ha⁻¹, the stem 6 g DM plant⁻¹ with the highest contribution, and with 1 g DM plant⁻¹ the dead material presented the lowest contribution. In the leaf:stem ratio, the highest value was obtained at 15 DAR with 1.6, and the lowest at 90 DAR with 0.5. The lowest height occurred at 15, 30 and 45 DAR with 9, 10, 10 cm, respectively, and the highest 13 cm at 90 DAR. Regarding the number of stems and root:aerial part ratio, no statistical difference was found with average values of 150 stems plant⁻¹, and 0.65, respectively. In conclusion, the highest yield was obtained after 30 days of regrowth, with the root and stem being the components that made the greatest contribution to the total yield.

Keywords: *Lolium perenne* L., forage yield, growth analysis, regrowth days, morphological composition.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a mi **DIOS** padre Celestial, por darme la dicha y la bendición de guiarme siempre que lo eh necesitado, por darme la oportunidad de existir y cumplir uno de mis objetivos.

A mi "ALMA TERRA MATER" la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por recibirme con los brazos abiertos desde el primer momento, por darme la oportunidad de poder estudiar una carrera y de ser un mejor profesionista.

Al **Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez**, quien desde el primer momento me inspiro confianza, su tiempo y amistad. Por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto de tesis y al mismo tiempo agradecerle por haber confiado en mí.

A todos mis catedráticos que me guiaron y compartieron cada una de sus experiencias y sabidurías formaron de una mejor persona en mí y así crecer de una mejor manera profesionalmente. En especial a la maestra **Soyla Galaviz Arroyo**.

A todos mis amigos y compañeros de la universidad les agradezco por haber convivido y compartió grandes aventuras y experiencias dentro y fuera de las aulas, a mi hermano y amigo **Eleazar Pérez** por su amistad y apoyo incondicional, a mi gran amigo **Vicencio** por su gran compañía y apoyo durante el tiempo de este proyecto de tesis, de igual forma de **Adolfo Vera** y **Oscar Aguilar** por su gran amistad durante toda la carrera gracias por todo.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada especialmente a mi madre: **María Teresa Reyes** a quien le prometí que en algún momento de mi vida terminaría mis estudios, quien con tanto cariño, aprecio y amor, fue mi motivación para ser de mí una mejor persona y así poder cumplir mi promesa, gracias, mamá por haber sido mi guía, mi luz, mi estrella, por enseñarme el camino por más oscuro que estuviera supiste como motivarme, **INFINITAMENTE GRACIAS**.

A mi padre: **Antonio Marcos Luna**, mi pilar y mi sustento, a quien adoro con toda mi alma, por ser mi gran maestro, amigo y compañero a la vez, quien me enseñó que los sueños siempre se cumplen con dedicación, esfuerzo y empeño y nunca rendirse por más cumplido que sea el reto. Gracias por cuidar y velar por mí en mis momentos más difíciles de mi niñez y adolescencia quien con tanto esmero supo darme las palabras para impulsarme y motivarme día con día, **GRACIAS POR TANTO PAPÁ**.

A mi hermana **TERE LUNA**, a quien aprecio con todo mi corazón, quien le debe todo lo que soy, no tengo palabras para agradecer lo mucho que has hecho por mí durante toda mi vida, gracias por haber formado en mí, el deseo de superación y el anhelo de triunfar en la vida, por compartir mis penas y mis alegrías, mis victorias y mis fracasos.

A mi hermana **VICE LUNA**, a la que quiero y amo muchas gracias por ser mi cómplice en todo lo que hacíamos cuando fuimos pequeñas, infinitamente le agradezco a DIOS por ser una persona maravillosa y ser la mejor hermana.

A mi hermano **MARCOS LUNA**, a quien aprecio y quiero con toda el alma y admiro mucho, agradezco por el gran apoyo incondicional, por los consejos, la motivación y de guiarme siempre.

A mi familia **LUNA REYES**, que siempre recibí de ustedes las palabras de aliento que me dio la fuerza para seguir adelante.

A mi hermana **Lucero Báez Santiago**, gracias por ser parte de mi motivación para superarme cada día, por ayudarme y apoyarme en mis momentos más difíciles de mi vida.

A mi amiga y hermana **Concepción**, quien sin esperar nada a cambio, ha compartido grandes aprendizajes y alegrías conmigo, gracias por tu valiosa amistad, siempre te recordare con mucho cariño.

A mi amiga y hermana **Anahí**, quien con tanto aprecio y cariño me has brindado tu amistad, con quien eh compartido grandes experiencia y aprendizajes de la vida.

A mi amiga y hermana **Lety**, que por asares del destino nos juntó de la mejor manera y en el mejor momento, gracias por tantos momentos tan agradables que me has compartido, por tu cariño, apoyo y las risas que nunca faltaron que al mismo tiempo hicieron que el tiempo pasara desapercibido.

ÍNDICE GENERAL

| | | |
|------------|--|-----------|
| I. | INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1.2 | OBJETIVOS..... | 6 |
| 1.2.1 | Objetivo general | 6 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos | 6 |
| 1.3 | HIPÓTESIS..... | 6 |
| II. | REVISIÓN DE LITERATURA | 7 |
| 2.1 | Descripción de la especie en estudio | 7 |
| 2.2 | Factores que afectan la producción de forraje..... | 8 |
| 2.2.1 | Condiciones de suelo..... | 9 |
| 2.2.2 | Temperatura | 9 |
| 2.3 | Humedad | 10 |
| 2.3.1 | Frecuencia e intensidad de cosecha | 10 |
| 2.3.2 | Índice de área foliar | 10 |
| 2.3.3 | Meristemas de crecimiento | 11 |
| III | MATERIALES Y MÉTODOS | 12 |
| 3.1 | Ubicación geográfica del área de estudio..... | 12 |
| 3.2 | Diseño experimental y tratamientos..... | 13 |
| 3.3 | Variables medidas | 13 |
| 3.3.1 | Rendimiento de forraje..... | 13 |
| 3.3.2 | Composición morfológica..... | 14 |
| 3.3.3 | Relación hoja:tallo | 14 |
| 3.3.4 | Altura de la planta..... | 15 |

| | | |
|-------------|-------------------------------------|-----------|
| 3.3.5 | Densidad de tallos | 15 |
| 3.3.6 | Relación Raíz:PA..... | 15 |
| 3.3.7 | Peso de raíz..... | 16 |
| 3.3.8 | Análisis estadístico | 16 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 17 |
| 4.1 | Rendimiento de materia seca | 17 |
| 4.2 | Composición morfológica..... | 18 |
| 4.3 | Altura de planta..... | 22 |
| 4.4 | Relación hoja:tallo | 23 |
| 4.5 | Densidad de tallos | 25 |
| 4.6 | Relación de Raíz/ Parte Aérea | 26 |
| V. | CONCLUSIONES | 28 |
| VI. | LITERATURA CITADA | 29 |
| VII. | ANEXOS..... | 35 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Clasificación taxonómica de ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.). | 7 |
| Cuadro 2. Rendimiento de Materia Seca (RMS; g MS planta ⁻¹), Relación Hoja:Tallo (R:H/T), Altura de Planta (AP; cm), Densidad de tallos (DT; tallos planta ⁻¹) y Relación Raíz:Parte Aérea (R:Raiz/PA), cosechadas a diferentes días de Rebrote (DDR) en el sureste de Coahuila, México. | 35 |
| Cuadro 3. Componentes morfológicos (%) y su aportación al rendimiento total de forraje de ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.), cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila México. | 36 |
| Cuadro 4. Aportación de los componentes morfológicos (g MS ha ⁻¹) al rendimiento total de forraje de ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.), cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila México. | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima semanal registradas durante el periodo experimental (01 de mayo – 15 de julio del 2021). Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA UNAM) Observatorio Atmosférico..... | 12 |
| Figura 2. Rendimiento de forraje (g MS planta ⁻¹) de Ryegrass (<i>Lolium perenne</i> L.) cosechada a diferente edad de rebrote..... | 18 |
| Figura 3. Cambios en la Composición botánica y morfológica (CBM) de Ryegrass (<i>Lolium perenne</i>), cosechada a diferente edad de rebrote.. | 21 |
| Figura 4. Altura de planta (cm) de Ryegrass (<i>Lolium perenne</i>) cosechada a diferente edad de rebrote..... | 23 |
| Figura 5. Relación hoja: tallo de Ryegrass (<i>Lolium perenne</i>) cosechada a diferente edad de rebrote..... | 24 |
| Figura 6. Número de tallo de Ryegrass (<i>Lolium perenne</i>) cosechada a diferente edad de rebrote..... | 26 |
| Figura 7. relacion o cociente de Raiz /Parte Aerea de Ryegrass (<i>Lolium perenne</i>) cosechada a diferente edad de rebrote..... | 27 |

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se puede evidenciar una falta de manejo adecuado de los pastos y forrajes para la alimentación de los animales, lo cual genera una problemática para el sector ganadero en México. Los forrajes son una parte importante en la dieta de los rumiantes en las unidades ganaderas, por ser un alimento barato (Pérez *et al.*, 2002). En México, la ganadería es una de las principales actividades económicas, debido a que más del 50 % de la superficie nacional se dedica a esta actividad. El pastoreo se realiza en todos los estados de la república mexicana y utiliza cerca del 62.5 % del total de los 2,000,000 de km² de tierra que existen en el país (CONAGRO, 2006). Las gramíneas de clima templado como el *Lolium perenne* L., son importantes en sistemas de producción agropecuarios, ya que son la base de la alimentación de los rumiantes en pastoreo. En México, la utilización de praderas de gramíneas de clima templado ha permitido la producción económica de leche y carne, en comparación a sistemas intensivos de estabulación (Reyes, 1991). Según Quero (2013), el uso de algunos cultivos forrajeros, en este caso los pastos de este género, representa para la ganadería y el medio ambiente, una gran alternativa para ayudar de manera ecológica y económica a las regiones del norte del país, ya que al establecer este tipo de cultivos, reducirían el uso excesivo del agua y de fertilizantes químicos que afectan la calidad del suelo, se cubriría el suelo disminuyendo también la erosión de este y como consecuencia se produciría forraje para la alimentación del ganado bovino principalmente. Por otra parte, Sánchez *et al.* (1981) afirman que una de las grandes ventajas que son características de esta especie es que su morfología y fisiología permiten una producción forrajera intensiva y de fácil aprovechamiento, las condiciones climáticas afectan el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas, se señala que la tasa de crecimiento es más sensible a la temperatura que las tasas de fotosíntesis y de respiración, porque influye sobre la aparición y expansión de hojas, aparición de tallos y estolones y el crecimiento de las raíces. Por lo anterior, para este estudio se propusieron los siguientes objetivos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Determinar la distribución del rendimiento de biomasa del zacate ryegrass (*Lolium perenne* L.), a diferentes días de rebrote, bajo condiciones de invernadero en la estación de primavera.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el rendimiento de forraje, relación:hoja/tallo, altura de planta, número de tallo y relación:raíz/parte aérea de ryegrass (*Lolium perenne* L.).
- Determinar el rendimiento de la composición botánica y morfológica de *Lolium perenne* L. bajo condiciones de invernadero, sometida a un intervalo de corte quincenales.

1.3 HIPÓTESIS

- El rendimiento de materia seca está estrechamente relacionado con la edad de la planta; a mayor edad la producción de materia seca se incrementa.
- La hoja será el componente morfológico la que más aportará al rendimiento de materia seca.
- La raíz al ser comparada versus parte aérea será el componente con mayor aportación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de la especie en estudio

El Ryegrass perenne también llamado ryegrass inglés, es una gramínea perenne, originaria de Europa, Asia templada y el Norte de África. Está distribuida en el mundo desde el Norte y Sur de América, Europa, Nueva Zelanda y Australia. Las principales características son: alta producción, rápido establecimiento, adaptabilidad con labranza mínima y en suelos pesados con poco drenaje (Altamirano, 2011). Por otra parte, resiste el pastoreo continuo muy cerca del suelo sin reducirse la población de plantas, se considera un pasto resistente al exigir una germinación, vigor y desarrollo sobresalientes (Vargas, 2011). Desde el punto de vista económico, las especies de *Lolium* de mayor importancia agronómica a nivel mundial son *L. perenne* y *L. multiflorum*. El interés de ambos se debe a que son excelentes especies forrajeras y componentes de césped. Además, las dos especies han ganado importancia por haberse transformado en malezas de cultivos de cereales de invierno (Terrell, 1968; Inda 2005).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.).

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <i>Reino</i> | <i>Plantae</i> |
| <i>División</i> | <i>spermatofita</i> |
| <i>Sub-división</i> | <i>Angiospermae</i> |
| <i>clase</i> | <i>Monocotiledónea</i> |
| <i>Orden</i> | <i>Glumiflorae</i> |
| <i>Familia</i> | <i>Gramínea</i> |
| <i>Subfamilia</i> | <i>Poacoideae</i> |
| <i>Tribu</i> | <i>Hordeae</i> |
| <i>Genero</i> | <i>Lolium</i> |
| <i>Especie</i> | <i>Perenne</i> |
| <i>Nombre científico</i> | <i>Lolium Perenne L.</i> |

Fuente: Ramos *et al.* (2000).

El pasto ryegrass es una gramínea tierna, jugosa y palatable para el ganado, su siembra no presenta problema posee una gran facilidad para establecerse en el terreno, el sembrado se realiza a mano, voleo, o bien mecánicamente, su altura en estado silvestre es de 35 a 40 cm, crece en matas verdes y amacolladas (Flores, 1980). El ryegrass (*Lolium perenne* L.) es una especie cespitosa de crecimiento erecto con gran producción de macollos, rápido desarrollo y de fácil establecimiento, la planta mide de 25 a 40 cm de altura, los tallos son cilíndricos con abundantes hojas de color verde oscuro (Castillo *et al.*, 2015).

Es una especie que forma macollos de compacto a medio sueltos, los tallos vegetativos (falsos tallos o pseudo tallos, formados por la unión estrecha de las vainas) son erectos (Sánchez, 2010). Posee hojas labradas, rígidas, plegadas a las yemas de color verde intenso, muy brillante en la cara inferior, tierno, glabro; de vainas cerradas (Chimborazo, 2013). Dispone de raíz fibrosa ramificada, el tallo presenta entrenudos claros con hojas angostas y enrolladas en la yema. Muestra inflorescencia en espiga dística, comprimida, sésil de 35 a 45 cm de longitud (Vibrans, 2009).

2.2 Factores que afectan la producción de forraje

Algunos de los factores que determinan el crecimiento de una planta forrajera son: clima (radiación, total de horas luz, temperatura, humedad y precipitación), el suelo influye a través de (características físicas y químicas), especie (potencial genético de las diferentes familias, especies y variedades) y manejo (fertilización y tipo y frecuencia de defoliación (Hernández *et al.*, 1997). La luz es una de las fuentes de energía más importantes para llevar a cabo la fotosíntesis, ya que a través de ello influye en el desarrollo de las plantas, estimulando la germinación y la floración. El estímulo luminoso, se lleva a cabo a través de un fotorreceptor adecuado, como la clorofila, el caroteno y el fitocromo, dándole una respuesta favorable para el desarrollo de la planta (Foyer, 1987; Lemaire, 2001). Para que una planta se desarrolle y crezca está en función de la temperatura, dado que a mayor temperatura las plantas tienden a morir

por exceso de calor y a temperaturas menores tiende a disminuir su crecimiento, debido a los procesos fisiológicos y enzimáticos de la planta (Richter, 1984; Carneiro *et al.*, 2008).

De acuerdo con Jensen *et al.* (2003) la disponibilidad de agua, puede ser un factor limitante para incrementar y producir cantidades estables de forrajes nutritivos; así mismo los niveles de humedad afecta directamente la proteína cruda (PC), la digestibilidad de la fibra detergente neutra (DFDN), digestibilidad total verdadera in vitro (DTIV), y la fibra detergente neutro (FDN) ya que son puntos importantes para el manejo de las plantas forrajeras. Acorde a otras investigaciones, teniendo un déficit hídrico, representa graves problemas en la producción de plantas, así mismo hay menor aparición de tallos, numero de hojas vivas por tallos y un incremento de los procesos de senescencia de hojas y macollos (Turner y Begg, 1978; Turner *et al.*, 2005).

2.2.1 Condiciones de suelo

Esta gramínea presenta buenos niveles de producción en suelos fértiles y con un buen drenaje, tiene un amplio rango de adaptación a diferentes tipos de suelos. Soporta la compactación, pero no tolera inundaciones (Muslera y Ratera, 1991; Devesh, 2005). El pasto Ryegrass se adapta a distintos tipos de suelo, tanto, en terrenos con fertilidad media a alta y de textura tipo migajón en restos tipos de suelo se desarrolla mucho mejor teniendo un de pH superior a 5.5 (Oregón, 1999). El ryegrass se adapta a suelos de mediana a alta fertilidad tanto franco como franco arcilloso, no tolera suelos salinos, alcalinos, sequias y al sobrepastoreo, mientras que su resistencia es mayor a las heladas (Hidalgo, 2010).

2.2.2 Temperatura

La temperatura ambiental, afecta y estimula el crecimiento del ryegrass donde el punto óptimo para su mejor desarrollo es de 18 y 25 °C. Su crecimiento se estabiliza a partir de los 25 °C y se detiene a los 35 °C, la producción se ve afectada cuando la

temperatura supera los 31 °C con un estrés hídrico (Mulsera y Ratera, 1991). El ryegrass (*Lolium perenne* L.) se adapta a un clima templado y templado frío, aunque moderadamente tolera el frío y ambientes húmedos, pero siendo sensible al calor y a la sequía (Hidalgo, 2010).

2.3 Humedad

Para el ryegrass la cantidad de agua que se dispone en el suelo se determina por la distribución de las raíces, influyendo así la captación de la humedad que será fijado en el suelo, está relacionada con la porosidad, la textura y la estructura, siendo los principales factores para la determinación de la humedad (Rawis *et al.*, 2003). De acuerdo con Bot y Benites, (2005) una mala estructura, bajo contenido de materia orgánica y carbono, disminuye la captación de humedad.

2.3.1 Frecuencia e intensidad de cosecha

La frecuencia de intensidad de cosecha va en función sobre el rendimiento de materia seca la cual es menor a causa de que es mínimo la superficie foliar expuesta a la luz del sol, por lo cual la producción de hidratos de carbono suele ser menor misma por la acción de sol sobre la hoja disminuye. Por otro lado, asignando los días ideales para el corte siendo 15 a 20 días así mima para mantener un equilibrio perfecto entre en el crecimiento del rebrote y el consumo de los animales, dado que el ritmo de crecimiento supera al ritmo de consumo, por lo tanto, el forraje se incrementa y madura, lo que reduce el valor nutritivo del forraje (Mc Donald *et al.*, 1995).

2.3.2 Índice de área foliar

El índice de área foliar es la cantidad de hojas presente por unidad de área de suelo. Conforme va incrementando el IAF, menor será la luz interceptada en el suelo debido a esto la tasa de crecimiento será mucho mayor Hodgson (1990). Toda la luz captada, hace que la tasa de crecimiento sea máxima y el IAF sea óptimo. Debido a

esto ocurre que en la superficie de hoja sea excesiva, por lo tanto, el IAF es superior al óptimo y las hojas basales dejan de captar suficiente luz; para estos casos, se observa un incremento de muerte y amarillamiento de las hojas que se encuentra en la parte basal del tallo (Baguet y Bavera, 2001). Por otro lado, Villegas (2002) establece que la acumulación de la materia seca está en función con el IAF, esto quiere decir que de acuerdo con el aumento del índice del área foliar hay mayor captación de luz, presenta mayor rendimiento de materia seca.

2.3.3 Meristemas de crecimiento

De acuerdo con (Bidwell, 1979; Rojas, 1993) los meristemas son los encargados del crecimiento y desarrollo de la planta formados por células. Clasificados entre meristemas primarios, de los que dependen el crecimiento en longitud y el meristemo secundario encargado del engrosamiento de los tallos y de la raíz. Por lo tanto, para llevar a cabo esta actividad la zona meristemática está fluctuada por el balance entre auxinas y citoquininas, que va induciendo la formación de hojas jóvenes, teniendo la capacidad de producir auxinas, necesarias para el desarrollo de nuevos tejidos foliar y radicular (Tomlinson y O'Connor, 2004; Skinner *et al.*, 1999). Mientras que Gold y Caldwell (1989) y Lemaire (2001), mencionan que la posición de los meristemas influirá para el crecimiento de la planta. Así como las especies cespitosas, durante el estado vengativo, los meristemas activos permanecen más cercanos a la superficie del suelo y escapan a la remoción.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo del 1 de febrero al 10 de julio del 2021, en condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el área experimental conocida como el bajío. Las coordenadas del sitio son 25° 35' 35" de Latitud Norte y 101° 03' 60" de Longitud Oeste, a una altitud de 1,783 m, con clima semi-seco, con temperatura mayor de 18 °C, y menores a los 0°C con una precipitación media anual de 340 mm³ (RUOA UNAM, Observatorio Atmosférico Saltillo, UAAAN 2022).

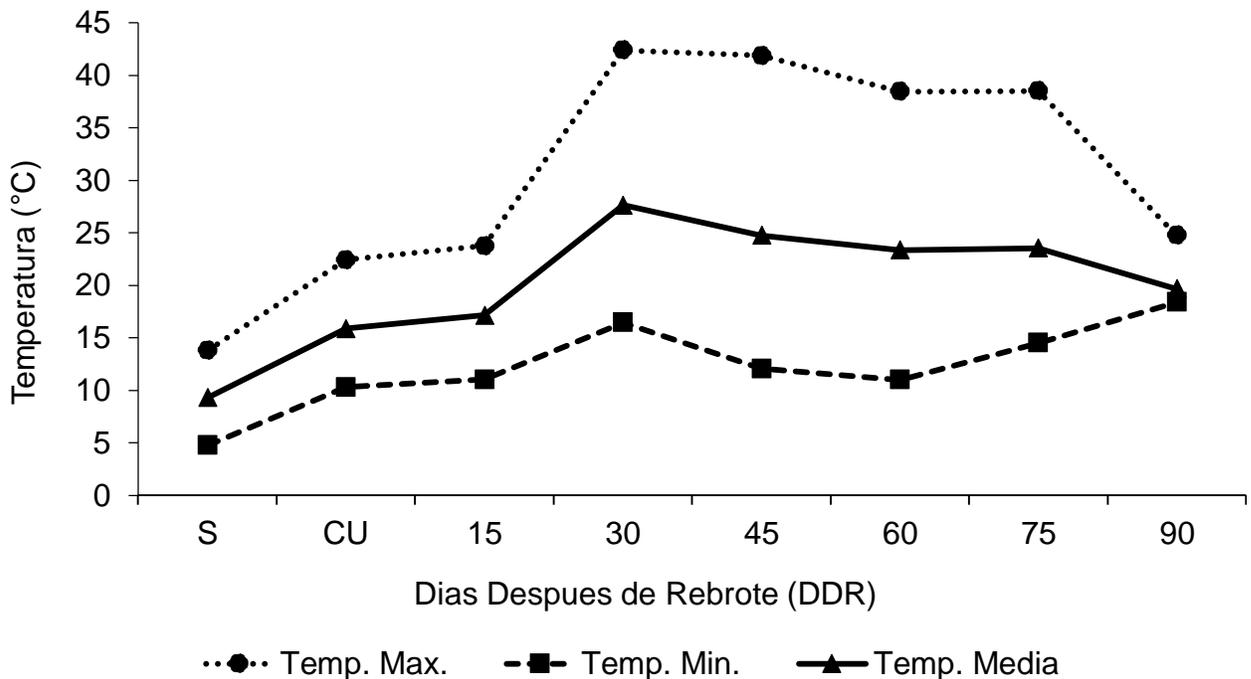


Figura 1. Distribución de la temperatura promedio, máxima y mínima quincenalmente registradas durante el periodo de estudio del 01 de febrero al 10 de junio del 2021 (Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos_RUOA UNAM-UAAAN). S = Siembra (01/02/2021). CU = Corte de Uniformización (17/04/2021).

Las temperaturas internas del invernadero se registraron con un higrómetro digital modelo WS08, donde las temperaturas máximas variaron entre 13.7 a 42.3 °C, las mínimas 4.7 a 18.3 °C y las medias se mantuvieron entre 9.2 a 27.6 °C, mencionando que el comportamiento de humedad vario entre 27.6 % a 66 %.

3.2 Diseño experimental y tratamientos

Las unidades experimentales correspondieron a tubos de PVC de 4 pulgadas(10.16 cm) por 12 cm de alto, establecidas en el invernadero el 01 de febrero de 2021, utilizando una siembra directa, en un sustrato de tierra de monte con arena de rio (1:1), con textura arena-migajón, con un pH de 7.60 y una conductividad eléctrica de 3.16 con una densidad aparente de 1.136 g cm³, materia orgánica del 4.53 %, carbono orgánico de 2.63% y nitrógeno total de 6.67 % (Laboratorio de suelos de la UAAAN-Saltillo). Se utilizaron 18 tubos de PVC bajo un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron cortes quincenales durante seis edades de rebrote. El día 17 de abril del 2021 se determinó un corte de uniformización manual cortando el forraje a una altura de 5 cm al nivel del sustrato. Del 01 de mayo al 10 de julio donde se hicieron los muestreos destructivos de la planta completa.

3.3 Variables medidas

3.3.1 Rendimiento de forraje

Para determinar el rendimiento de forraje total, se llevó a cabo destrucción del material vegetativo de cada tubo de PVC por repetición, depositando en bolsas de papel previamente identificada con el número de cortes y tratamiento. Las bolsas se metieron a una estufa de secado de aire forzado, marca Felisa Modelo FE-243A, para su secado a una temperatura de 55 °C durante 72 h, hasta alcanzar un peso constante

y se registró el peso de la materia seca, y su estimación en g de materia seca por planta (g MS planta⁻¹).

3.3.2 Composición morfológica

La muestra utilizada para determinar rendimiento de forraje, la planta completa fue separada en hojas, tallos, material muerto e inflorescencia. Cada componente se secó en una estufa de aire forzado modelo FE-243^a, marca Felisa, a una temperatura de 55 °C durante 72 h, hasta alcanzar un peso constante y se registró el peso de la materia seca, y se estimó su aportación al rendimiento total en porcentaje (%) y en g MS planta⁻¹, mediante las siguientes formulas:

| CM en % | |
|---|---|
| Peso total de la CBM | ---- 100 % |
| Peso del componente | ---- % del componente |
| CBM en ton MS planta ⁻¹ | |
| g MS pla ⁻¹ corte ⁻¹ | ---- 100 % |
| g MS planta⁻¹ corte⁻¹ componente⁻¹ | ---- % del componente |

3.3.3 Relación hoja: tallo

Los datos originados a partir de la composición morfológica (hoja y tallo) fueron utilizados para estimar su relación hoja: tallo mediante la siguiente formula:

$$R: H/T$$

Dónde:

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

H = Peso de la hoja (g MS planta⁻¹).

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

3.3.4 Altura de la planta

Antes de cada muestreo se determinó la altura de todas las plantas, con el uso de una regla graduada a 100 cm de 1 mm de precisión, colocada de forma vertical, con un dispositivo que se encuentra de forma perpendicular en la regla y por arriba de la parte aérea deslizándolo hacia abajo hasta tocar algún componente de la planta, registrando la altura marcada.

3.3.5 Densidad de tallos

Para cada muestreo destructivo se realizó el conteo de tallos por planta y se registró, a lo largo del estudio se observó el comportamiento de la planta, donde se registró la aparición de nuevos tallos.

3.3.6 Relación Raíz/Parte Aérea

Tomando los datos obtenidos en composición morfológica; parte aérea (PA: raíz, tallo, hoja, inflorescencia y material muerto) con estos datos se estimó la relación Raíz/PA, mediante la siguiente fórmula:

$$R: \text{Raíz/PA}$$

Dónde:

R = Relación del peso de la raíz, respecto los componentes aéreos (tallo, hoja, inflorescencia y material muerto).

Raíz = Peso de la raíz (g MS Planta⁻¹).

PA = Suma del peso de los componentes (tallo, hoja, inflorescencia, material y muerto) (g MS planta⁻¹).

3.3.7 Peso de raíz

Durante cada muestreo fueron separados los componentes (hoja, tallo, inflorescencia y material muerto), limpiándolos con agua para retirar el sustrato, secado en una charola de escurrimiento y colocados en bolsas de papel, para ser sometidos a un secado en una estufa de aire forzado, modelo Felisa FE-243A, por 72 h a 55 °C, hasta peso constante. Después de alcanzar el peso constante se registró el peso de la raíz en gramos de materia seca (g MS planta⁻¹).

3.3.8 Análisis estadístico

Para determinar el efecto de edad de rebrote, se llevó a cabo un análisis de varianza, con un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones, con el procedimiento PROC GLM del SAS para Windows versión 9.0 (SAS Institute, 2011) y se hizo una comparación de medias con la prueba de 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 Rendimiento de materia seca

En la Figura 2, se muestran los resultados del rendimiento de materia seca de ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.) cosechado a diferentes días de rebrote. Se encontraron diferencias estadísticas entre días de rebrote (DDR) ($p < 0.05$). A los 15 y 30 DDR se obtuvo 8 y 13 g MS planta⁻¹, donde se presentaron menores rendimientos respecto al resto de los DDR. El máximo rendimiento de materia seca por planta se alcanzó a los 45 DDR con 20 g MS planta⁻¹, siendo estadísticamente similar a los días 60, 75 y 90 días de rebrote. En promedio general se obtuvieron 18 g MS planta⁻¹ (Anexos; cuando¹) este resultado atribuye por las condiciones climáticas, debido que en las condiciones en el que se estableció fue en tubos de PVC en el que se llevó a cabo el experimento. En la investigación de Iglesias (2012), menciona que *L. perenne* destaca por su producción en comparación con *Bromus valdivianus* con un porcentaje obtenido de 39.99 g mcta⁻¹ (maceta), por lo que un resultado similar al obtenido en este estudio, la diferencia de resultados es atribuida a la variante de niveles hídricos manejados en el trabajo realizado. En otras investigaciones (Quero, 2018) encontraron que los componentes del rendimiento de cuatro genotipos de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) tres nativos de México y dos pastos C3, en condiciones de invernadero, fueron de 10.6 y 9.47 g MS planta⁻¹ fueron similares a lo obtenido en el presente estudio atribuido por las condiciones del invernadero.

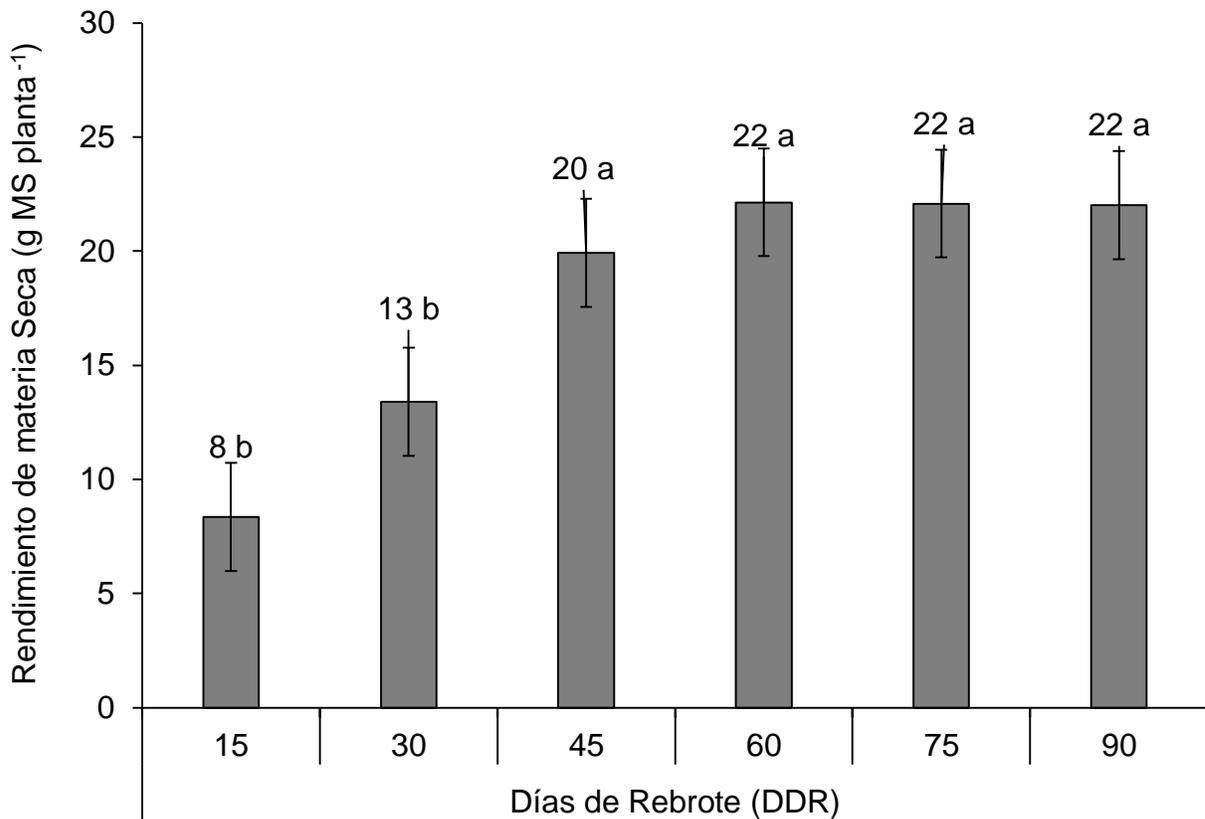


Figura 2. Rendimiento de materia seca (g MS Planta⁻¹) de ryegrass (*Lolium Perenne* L.) cosechada a DDR. RMS = Rendimiento de Materia Seca. Medias con las mismas letras sobre las barras, son estadísticamente iguales (Tukey; $p < 0.05$).

4.2 Composición morfológica

Los cambios de la composición botánica y morfológica de ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.), expresados en porcentaje y en g MS planta⁻¹, se presenta en la Figura 3. En el porcentaje de aportación al rendimiento, se observaron cambios significativos ($p < 0.05$) entre DDR y componentes. La raíz fue el único componente que no mostró diferencia estadística durante el experimento, obteniendo un porcentaje promedio del 38 % ($p > 0.05$). El tallo reflejo su mayor aportación a los 75 (36 %) y 90 DDR (34 %), y la minina cantidad se presentó a los 15 DDR con un 23 %. A diferencia del tallo, la hoja registro su mayor aportación en los 15 DDR (33 %), a los 90 DDR se presentó el menor porcentaje con un 16 %. Por último, el material muerto obtuvo su

mayor aportación a los 90 DDR (15 %), en días posteriores la presencia de este componente fue mínimas o nulas. Entre promedios por componentes se presentaron diferencias ($p < 0.05$), donde la raíz con un 38 % fue el componente de mayor aporte, aunque el tallo obtuvo un rendimiento similar (32%), seguido por la hoja (24 %) y material muerto (6 %). Entre componentes por DDR, a los 15 la raíz fue el componente con mayor aportación con un 45 %, seguido por la hoja con un comportamiento estadísticamente similar (33 %), y en contraste, el material muerto registrando un nulo porcentaje. A los 30 DDR, la raíz, tallo y hoja fueron los componentes con mayores rendimientos obteniendo un porcentaje promediado de 33.3 %. A los 45 DDR, la raíz (38 %) y con un rendimiento similar por parte del tallo (31 %), estos fueron los que registraron los mayores porcentajes de aporte. Finalmente, a los 60, 75 y 90 DDR, la raíz y tallo fueron los componentes que más aportaron al rendimiento con porcentajes promedio de 36.3 y 34.3 %, en contraparte el material muerto reflejó el menor porcentaje en los tres muestreos con un 9.33 % en promedio.

La aportación de g MS planta⁻¹ de los componentes morfológicos de *ryegrass perenne* se presentaron diferencias significativas dentro de cada componente y entre edades de la planta al rebrote. A los 15 y 30 DDR la raíz se registró las menores aportaciones con 4 y 5 g MS planta⁻¹, respectivamente. En contraparte a los 45, 60, 75 y 90 DDR con un promedio de (8.25 g MS planta⁻¹), fueron los muestreos de mayor aportación a la composición botánica-morfológica en cuanto a materia seca. Para el tallo la mayor aportación se presentó a los 60 (7) y 75 (8 g MS planta⁻¹), y su menor contribución se reflejó en el primer muestro con 2 g MS planta⁻¹. Respecto a la hoja a los 30 (4), 45 (5) y 75 DDR (5 g MS planta⁻¹) presentaron los mayos aportes al rendimiento de materia seca, aunque a los 60 y 90 DDR se obtuvieron cantidades estadísticamente similares a los muestreos antes mencionados. Para el componente material muerto, la máxima presencia se observó a los 90 DDR con 3 g MS planta⁻¹ y para el resto de muestreo la presencia fue nula y mínima. Dentro de los muestreos a los 15 y 30 DDR el material muerto fue el componente de nula aportación en contra parte la raíz, tallo y hoja fueron la demás contribución, con promedio de 9 y 4.3 g MS planta⁻¹. A los 45 DDR la raíz obtuvo la mayor aportación con 8 g MS planta⁻¹, aunque el tallo (6)

registro un promedio similar, seguido por hoja (5) y material muerto (1 g MS planta⁻¹). Finalmente, para 60, 75 y 90 DDR, raíz y tallo fueron los componentes de mayor aportación con un promedio de 8.3 y 7.6 g MS planta⁻¹ y el de menor aportación lo presento el material muerto.

Zamora y Villalobos (2021), repostaron en un estudio de ryegrass anual cv. Jumbo en respuesta a tres fórmulas nitrogenadas, mayor producción de hoja en el mes de febrero con un 76 %, y su menor producción en el mes de agosto con 42 %. En cuanto al tallo su mayor aporte se reportó en agosto con un 52 %, su menor porcentaje se registró en febrero con un 22 %, valores superiores de acuerdo con la investigación, que se le atribuye por la edad de la planta, al mismo tiempo por uso y manejo de nitrógeno que se le aplico a cada tratamiento dando valores muy superiores a lo obtenido en la investigación. De acuerdo con Zebadua *et al.* (2005), encontraron que el mayor aporte de hoja, tallo e inflorescencia fue durante el verano y otoño la proporción de hoja tendió a disminuir al aumentar el intervalo de corte de 4 a 6 semanas, lo que coincide con la aportación de hoja y tallo en el presente estudio a excepción de la inflorescencia a los 30 y 60 DDR. De acuerdo con estos mismos autores reportan que el material muerto fue más abundante en verano y otoño a la cual se asemeja a nuestro trabajo que se obtuvo mayor aporte de materia muerta a partir de los 45 y 90 DDR coincidiendo con las fechas antes mencionado.

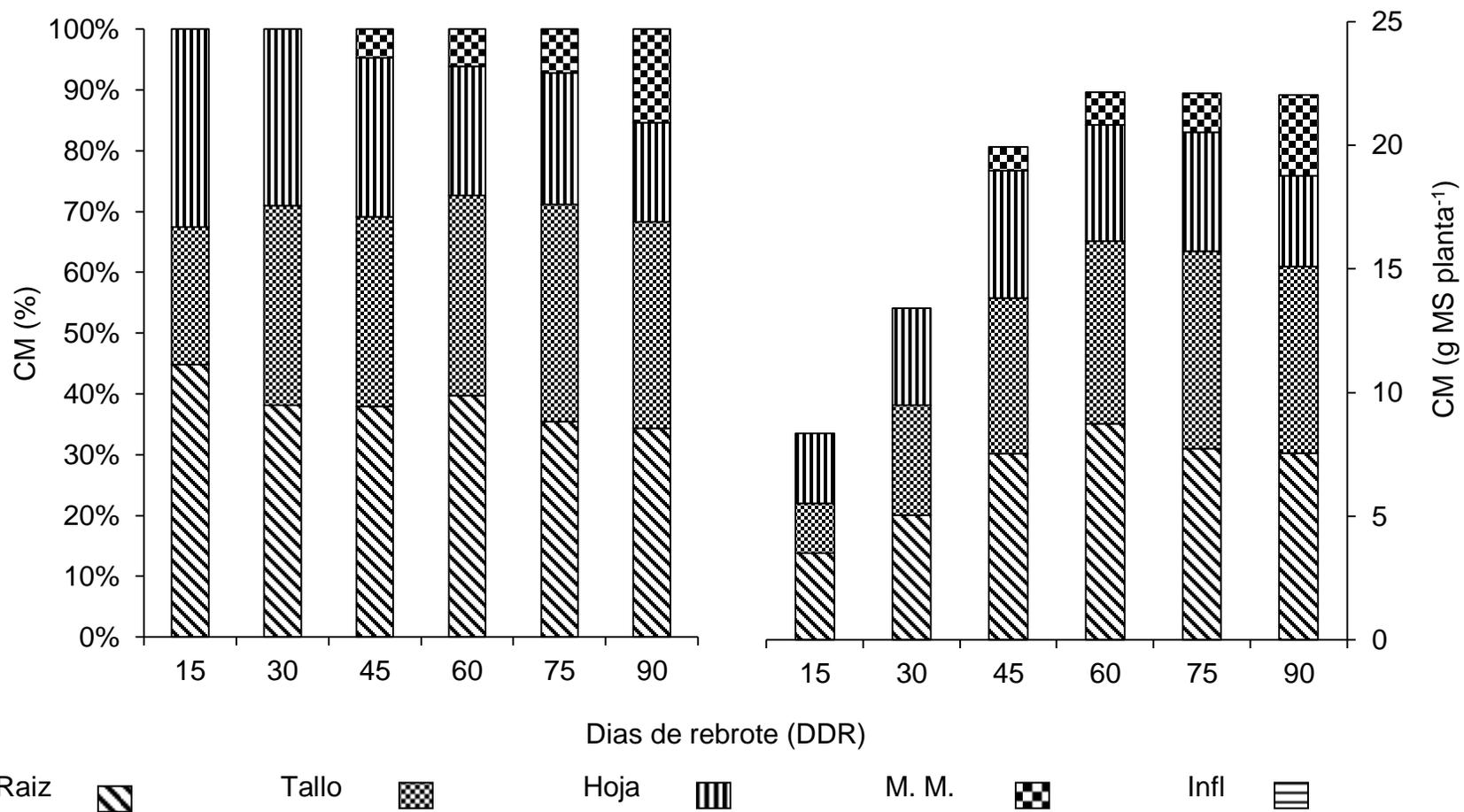


Figura 3. Aportación de los componentes morfológicos al rendimiento de ryegrass (*Lolium perenne* L.) cosechada a diferentes días de rebrote. CM =Composición Morfológica.

4.3 Altura de planta

En la Figura 4, se muestran las alturas de la planta de Ryegrass perenne, cosechada a diferentes días de rebrote. El análisis estadístico presentó diferencias estadísticas ($p < 0.05$), obteniendo un promedio entre DDR de 11 cm de altura de planta. Los primeros muestreos a los 15 y 30 DDR alcanzaron las menores alturas obteniendo un promedio de 9.5 cm, en contra parte a los 90 días se obtuvo la mayor altura con 13 cm, aunque a los 45, 60 y 75 se presentaron alturas (11 cm) estadísticamente similar. Arbito (2011), en un estudio de evaluación de la producción de pasto mediante la siembra de Ryegrass inglés (*Lolium perenne* L) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) en un predio establecido de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en suelos con pendientes de riego, comparado con la aplicación de abono de gallina y aramila, reportaron alturas muy superiores a lo obtenido a los 30 DDR con un promedio de 13.49 cm, misma investigación reportan que sus mayores alturas lo obtuvieron a los 45 y 60 DDR con 16.68 y 20.45 cm, esto debido a la aplicación de abono de gallina y aramila favoreciendo las condiciones del suelo lo que le dio un mejor desarrollo a la planta, debido a que en el trabajo realizado no se le aplicó ningún tratamiento alguno.

Por otra parte Salazar (2015), en su investigación registraron valores menores en la evaluación de dos variedades de Ryegrass perenne con un promedio de 7.41 cm, promedio menor a lo obtenido en el presente documento, debido a que las condiciones del lugar del experimento fueron diferentes. Por su parte Yu *et al.* (2015) trabajaron con seis genotipos de ryegrass en condiciones de invernadero, reportaron que el genotipo pl204085 presentó la mayor altura con un promedio de 15.8 cm, una altura superior a lo obtenido en nuestro trabajo, esto debido a bajo estrés por sequía, sin embargo, en nuestro estudio, comparado con el genotipo pl197270 fueron los de menor altura con 9 cm.

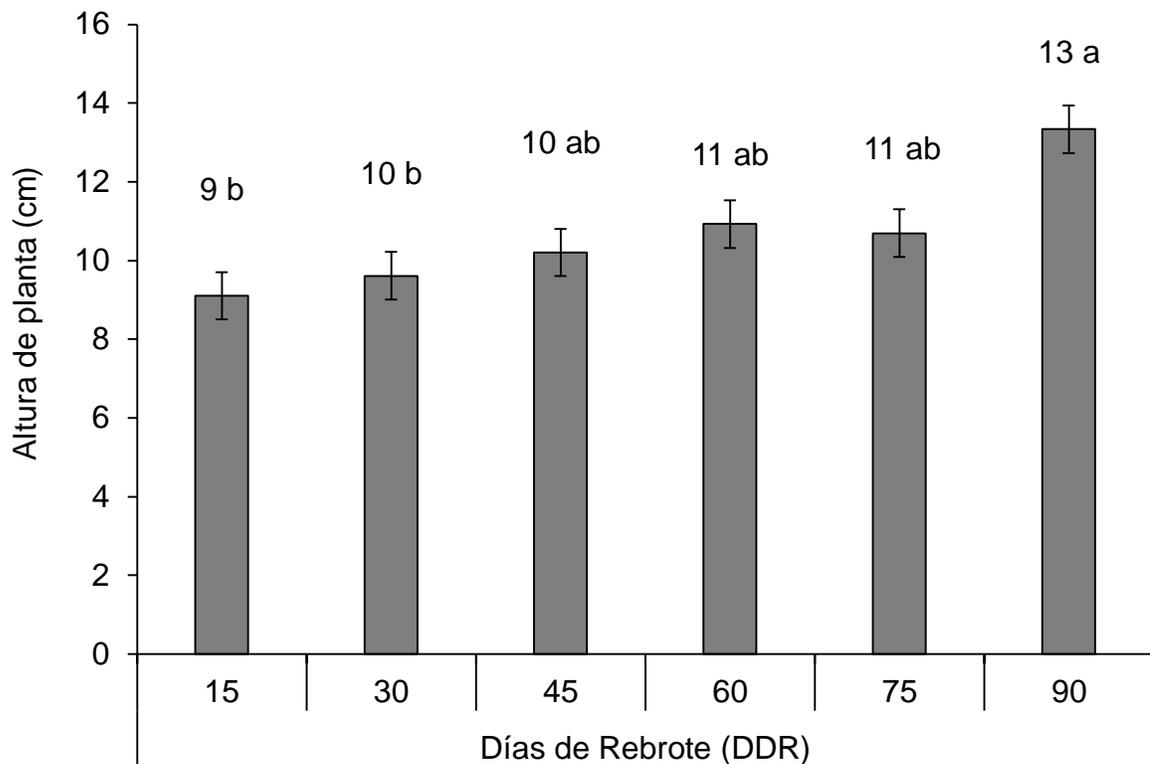


Figura 4. Altura de planta (cm) de ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.) cosechado a diferentes días de rebrote. Medias con las mismas letras sobre las barras, son estadísticamente iguales (Tukey; $p < 0.05$).

4.4 Relación hoja:tallo

La relación hoja:tallo que existe entre la cantidad de hoja respecto al tallo de Ryegrass perenne, se presenta en la Figura 5. Se observaron diferencias estadísticas entre los DDR ($p < 0.05$), con una relación promedio de 0.9. Lo anterior refiere a que durante el periodo de investigación se produjo una cantidad de hoja similar a la de tallo. La mejor relación hoja: tallo se registró a los 15 DDR con un valor de 1.6, con lo que se puede indicar una mayor producción de materia por parte de la hoja respecto al tallo. Aunque a los 30, 45, 60 y 75 DDR mostraron similitud estadística al valor de 15 DDR, presentaron relaciones menores a uno. Respecto a la menor relación hoja: tallo, esta se reflejó a los 90 días después de rebrote con un valor de 0.5, donde prácticamente a

partir de los 30 DDR el tallo fue mayor en producción a la hoja, como se observa en la figura de composición morfológica (Figura 3).

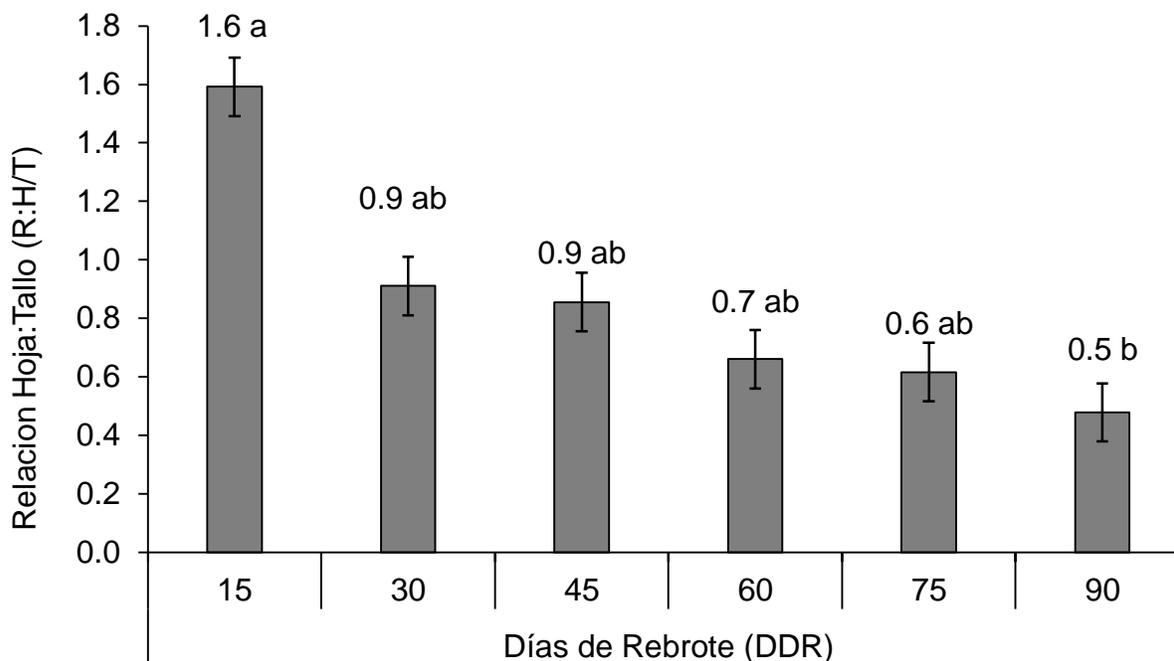


Figura 5. Relación hoja:tallo (R:H/T) de ryegrass (*Lolium perenne* L.) cosechado a diferentes días de rebrote. Medias con las mismas letras sobre las barras, son estadísticamente iguales (Tukey; $p < 0.05$).

Al respecto, Pérez *et al.* (2002) reportaron valores similares a nuestros resultados, en su estudio encontraron valores promedio en cinco meses que va de 1.4 y 1.11 cosechado a una altura de 3 y 15 cm, misma que se asemeja a este trabajo en los primeros 15 DDR con un valor de 1.6. En un estudio de Análisis de crecimiento de cuatro pastos tropicales durante el establecimiento de la pradera, Calzada (2019), reportar una relación hoja: tallo en pasto *Brachiaria* con un valor de 1.6 a 0.31 a los 135 DDS, mostrando una tendencia a disminuir conforme avanza la edad de la planta. Se puede observar que en estudios en campo (Luna, 2018) se registran mayores valores de relación de hoja: tallo, donde independientemente del cultivar, en otoño con 1.6, y en

primavera con 0.84 reportan su la mayor y menor relación de hoja:tallo, mayor a lo reportado en esta investigación.

4.5 Densidad de tallos

El número de tallo por plantas de ryegrass perenne cosechado a diferentes días de rebrote, se presenta en la Figura 6. No se registraron diferencias estadísticas entre los días de rebrote ($p > 0.05$), obteniéndose un promedio de 150 tallos planta⁻¹. Numéricamente a los 75 días se presentó la cantidad más alta de tallo (174 tallos planta⁻¹) y la menor a los 30 DDR con 143 tallos planta⁻¹, por lo que fue notorio un incremento en la aparición de tallos de los 15 a los 75 días de rebrote para declinar a los 90 días de rebrote de la planta. En la presente investigación, el número de tallos por plantas es menor al valor encontrado por Guacán (2017), quien obtuvo un promedio de 790 tallos por plantas; al utilizar zeolita en la producción de Ryegrass anual en la comunidad de Paqui estancia. Los resultados se le atribuye por las condiciones que se le dio al lugar del experimento misma que la planta le favoreció. Por otro lado, en un estudio de Rendimiento de biomasa de dos variedades de Ryegrass a tres fuentes de fósforo en la zona de Cayambe, provincia de Pichincha, Carchi, Ecuador, Cevallos (2015), reporta un promedio de 356 tallos planta⁻¹ mayor a lo obtenido en este estudio, atribuido a la aplicación de tres fuentes de fosforo en la planta. Por su parte, Landan (2019) evaluó siete especies forrajeras de los cuales obtuvieron un promedio de tallo por planta de 14,18, en un intervalo de corte de 10 días, debido a la aplicación de ácido acetilsalicílico.

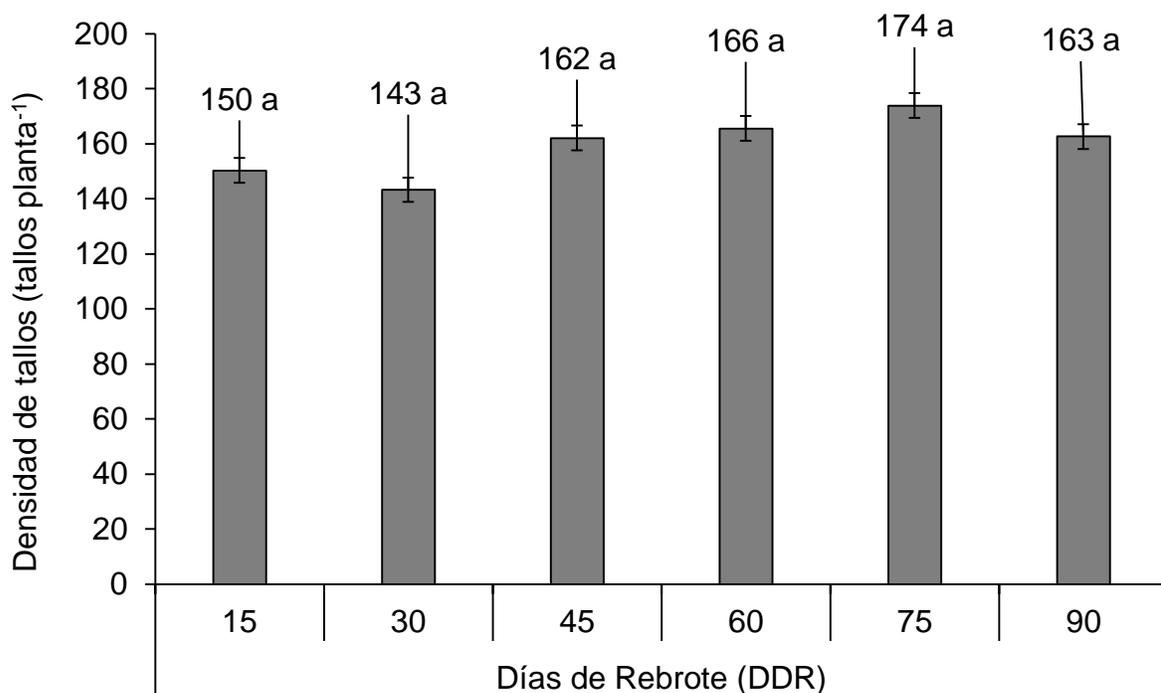


Figura 6. Densidad de tallos (tallos planta⁻¹) de Ryegrass (*Lolium perenne* L) cosechado a diferentes días de rebrote. Medias con las mismas letras sobre las barras, son estadísticamente iguales (Tukey; $p < 0.05$).

4.6 Relación de Raíz/ Parte Aérea

En la Figura 7, se presenta la relación Raíz: Parte Aérea de Ryegrass (*Lolium Perenne* L.) cosechado a diferentes días de rebrote. En esta relación no se presentaron diferencias estadísticas entre los días de rebrote ($p < 0.05$), obteniendo una R:Raíz/PA promedio de 0.7. en cada uno de los muestreos se reportó un valor menor a uno, lo que indica que la parte aérea, genero una mayor producción de materia seca en comparación a la raíz. Aunque al inicio del crecimiento de la planta la relación fue cercana a 1.0 (0.9), no fue suficiente para marcar diferencias estadísticas con el resto de las edades de rebrote.

De acuerdo con Gomes *et al.* (2015) en un estudio de evaluación de la implantación de tres mezclas forrajeras en siembra directa, reportan valores mayores a lo obtenido en esta investigación, que va de 1.16, debido a que el Ryegrass y Trébol Rojo presentaron mayor crecimiento de la parte aérea en relación con la raíz, esto puede deberse por las condiciones de humedad favorables que se haya presentado en el experimento, y por la asociación de las especies. Por otra parte, Iglesia (2012), en estudios realizados con esta misma especie se obtuvieron resultados donde la diferencia de la relación parte aérea versus la parte radicular es de 11.54 g mcta⁻¹, mientras que en esta investigación la diferencia fue de un promedio de 0.65 g raíz versus parte aérea.

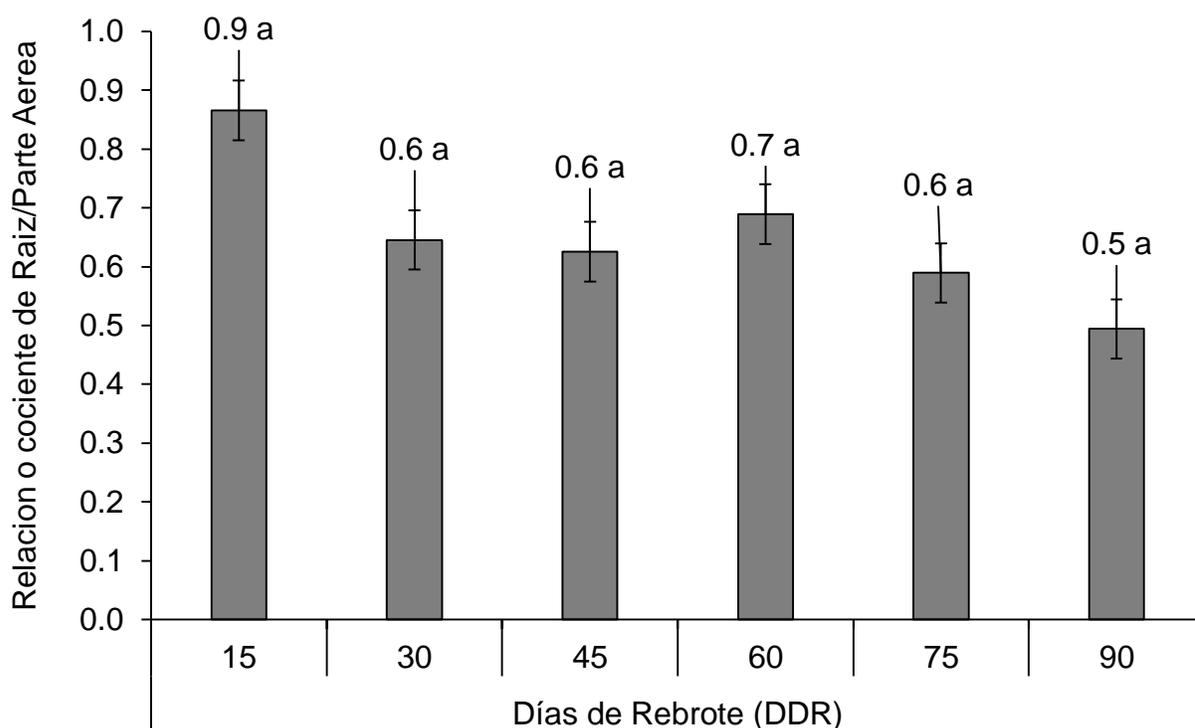


Figura 7. Relación de Raíz / Parte Aérea de ryegrass (*Lolium perenne* L.) cosechado a DDR. Medias con las mismas letras sobre las barras, son estadísticamente iguales (Tukey; $p < 0.05$).

V. CONCLUSIONES

El rendimiento de materia seca total y sus componentes morfológicos aumentaron por efecto de la edad de rebrote, en contraparte a la relación hoja:tallo que disminuyó. Los aportes a la composición morfológica mostraron que la raíz fue el componente que más presencia registró, seguida por el tallo, hoja, y material muerto, también se pudo observar una tendencia positiva en el componente hoja al aumentar la edad de la planta. La menor altura de planta se mostró a los 15, 30 y 45 días de rebrote (DDR), posteriormente siguió aumentando hasta alcanzar la mayor elongación a los 90 días.

VI. LITERATURA CITADA

- Altamirano, H. (2011).** Evaluación de diferentes densidades de siembra del Plántago lanceolata asociado a una mezcla de especies introducidas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Retrieved .70 p. from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1552/1/17T01068.pdf>
- Arbito. R. N. E. (2011).** Evaluación de la producción de pasto mediante la siembra de ryegrass inglés (*Lolium perenne*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) en un predio establecido de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en suelos con pendientes de riego, comparado con la aplicación de abono de gallina y aramila, el cartón guachapala. Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Facultad de Ciencia Agropecuaria y Ambientales. 65 p.
- Baguet, H. A., Bavera, G. A. (2001).** Fisiología de la planta. Facultad de agronomía y veterinaria. Universidad Nacional del Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina.
http://www.produccionovina.com.ar/produccionymanejopasturas/pastoreosistemmas/04fisiologia_de_la_planta_pastoreada.htm
- Bidwell, R. G. S. (1979).** Fisiología Vegetal. A. G. T. Editor. A. A. México. 784 p.
- Calzada Marín, J. M. (2019).** Análisis de crecimiento de cuatro pastos tropicales durante el establecimiento de la pradera. 83 p.
- Castilla, H. (2015).** Cultivo del pasto rye grass para la alimentación del ganado en la época invernal en el norte y centro de Tamaulipas. SAGARPA. 2 p.
- Carneiro D. S. S., Do Nascimento, J. D., Batista, E. V. P. (2008).** Pastagens: Conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa-MG. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. San pablo, Brasil. 115 p.

- Cevallos Cuichan, V. E. (2015).** Rendimiento de biomasa de dos variedades de rye grass a tres fuentes de fósforo en la zona Cayambe, provincia de Pichincha (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2015). 21 p.
- Chimborazo, W. (2013).** Forrajicultura Ray grass perenne (*Lolium perenne* L.). Ambato- Ecuador. 2 p.
- CONAGRO. (2006).** La ganadería en México. Documento informativo. <http://www.conagro.com/novedades/ganaderia.html>
- Cui, Y., Wang, J., Wang, X., Jiang. (2015).** Phenotypic and genotypic diversity for drought tolerance among and within perennial ryegrass accessions. *HortScience*, 50(8), 1148-1154.
- Devesh, S. (2005).** Cool season annual and perennial grass forages for California a new perspective. In: proceedings, California alfalfa and forage Symposium, 12-14 December, Visalia Ca. USA. <http://alfalfa.ucdave.edu>
- Flores, M. J. A. (s/f). (1980).** Bromatología Animal. Editorial Limusa. Segunda edición, México, D.F. pp. 157,167.
- Foyer, H.C. (1987).** Fotosíntesis. Editorial Continental, S.A. de C.V. Mexico, D.F. 212 p.
- Gold, W. G., Calwell, M.M. (1989).** The effects of the spatial pattern of defoliation on regrowth of a tussock grass. *Grass responses. Oecologia*. 80: 289-296.
- Guacán F. M. L. (2017).** Efecto de la zeolita en la producción de Ryegrass anual (*Lolium multiflorum* L.), en la comunidad de Pquiestancia-provincia de Pichincha (Bachelor's thesis). 33 p.
- Gomes, F. B., Duret, V. L., Sosa, R. E. (2015).** Evaluación de la implantación de tres mezclas forrajeras en siembra directa [tesis de licenciatura, Universidad De La Republica Facultad De Agronomía] Montevideo Uruguay 2015. 66 p.

https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20645/1/TTS_BerasainGomesdeFreitasIn%C3%A9s.pdf

- Hernández-Garay A., Hodgson J. G., Matthew C. (1997).** Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and Ryegrass.white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. New Zealand J. Agric. Res. 1997; (40):25-35.
- Hidalgo, P. (2010).** Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de Ryegrass (*Lolium Perenne* L.) pasto azul (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) mediante la utilización de diferentes niveles de vermicompost. Riobamba, Bolivar, Ecuador. 21 p.
- Hodgson, J. (1990).** Grazing Management. Science into Practice. Longman Scientific and Technical. Essex, England. 203 p.
- Iglesias, S. G. G. (2012).** Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y habilidad competitiva de *Lolium perenne* L. y *Bromus valdivianus*. Phill (Doctoral dissertation, Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile). 49 p.
- Inda, A. L. A. (2005).** El género *Lolium*. Claves dicotómicas. Revista de la Real Academia de Ciencias. Zaragoza 60: 143-155.
- INIAP. (2014).** Programa de Pastos. Ecuador. Retrieved from <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mpasto/rpasto>
- Jensen, B. K., Waldron B. L., Asay K. H., Johnson D.A., Monaco T. A. (2003).** Forage nutritional characteristics of orchardgrass and perennial ryegrass at five irrigation levels. Agronomy Journal. 95:668-675 p.
- Landa T. M. V. (2019).** Evaluación del efecto del ácido acetilsalicílico en el comportamiento productivo de siete especies forrajeras, santa catalina – iniap. Departamento de ciencias de la vida y de la agricultura. 36-42 p.

- Lemaire, G. (2001).** Ecophysiology of grasslands Aspects of forage plant populations in grazed swards. Proc XIX International Grassland Congress. Brazilian Society Of Animal Husbandry Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sao Pedro, San Paulo. 29-37 p.
- Mc Donald, P., Greenhalgh, D. F. J., Morgan, A. C., Edwards A. R. (1995).** "Nutrición Animal ". 5ª Ed. Acribia, España. 1 p.
- Muslera, P.E., Ratera C. G. (1991).** Pradera y Forraje, Producción y Aprovechamiento. 2ª Edición. Edición Mandí-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- Navarro-Zamora, L. A., Villalobos-Villalobos, L. A. (2021).** Composición morfológica del forraje Ryegrass anual (*Lolium multiflorum*) cv. Jumbo en respuesta a tres fórmulas nitrogenadas. Nutrición Animal Tropical, 15(2), 99-122 p.
- Oregon Ryegrass Commission. (1999).** Brochure: Perennial Ryegrass. Oregon Ryegrass Growers Seed Commission. Publications Turf grass, Pag.1. Consultado el 04/07/2022
- Pérez, B. M. T., G. A. Hernández, P. J. Pérez, H. J. G Herrera, G. R. Bárcena. (2002).** Respuesta productiva y dinámica de rebrote del Ballico perenne a diferentes alturas de corte. Técnica Pecuaria en México. 40(3):251-263 p.
- Quero-Carrillo, A. R., Cabrera-Mora, J., Rico-López, S., González-Tena, P. A., Zepeda-Cancino, R., Hernández-Guzmán, F. J. (2013).** Componentes del rendimiento en cuatro genotipos de buffel, tres nativos de México y dos pastos c3 en invernadero. Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México, 659-661 p.
- Quero, C. A. R. (2013).** Gramíneas introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. Montecillo, Texcoco: Colegio de Postgraduados, 2013.

- Ramos, L., Espinoza, J., Robles, F. (2000).** Características descriptivas del ballico anual y perenne en las zonas templadas de México. Zacatecas: CEPAB.
- Reyes M. F. (1991).** Manejo agronómico del ballico perenne en la zona templada de México. Producción y utilización de praderas de los ballicos anual y perenne. Publicación especial No. 20. INIFAP. 10-16 pp.
- Richter G. (1984).** Fisiología del metabolismo de las plantas. Editorial continental, S.A. de C.V. México, Distrito Federal. 414 p.
- Rojas, G. M. (1993).** Fisiología Vegetal Aplicada. 4ª Edición. Editorial interamericana McGraw-Hill. México. 275 p.
- Salazar, R. A. M. (2015).** Rendimiento de biomasa de dos variedades de ryegrass a tres fuentes de fósforo en la zona Cayambe, provincia de Pichincha [tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería Agronómica]. 18-19 p.
- Sánchez B. C., Talamantes R. A., Bravo L. A., Claverán A. R, Hernández J. S. (1981).** Un sistema de producción de leche bajo pastoreo en Zacatecas (Primera evaluación). Publicación especial Núm 79. INIA, SAHR.
- Skinner, R. H., Morgan, J. A. and Hanson, J. D. (1999).** Carbon and nitrogen reserve remobilization following defoliation: nitrogen and elevated CO₂ effects. Crop Science. (39) 1749-1756 p.
- Terrell, E. (1968).** A taxonomic revision of the genus Lolium. Technical Bulletin No 1392. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington DC. 73 pp.
- Tomlinson, K. W., O'Connor, T. G. (2004).** Control of tiller recruitment in bunchgrasses: Uniting Physiology and Ecology. Functional Ecology. 489-496 p.

- Vibrans, H. (2009).** Malezas de Mexico *Lolium multiflorum*. Retrieved from <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/loliummultiflorum/fichas/ficha.htm>
- Turner, L. R., Donaghy, D. J., Lane, P. A. (2005).** The nutritional value of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) under leaf-stage based defoliation management. XX international grassland congress: Offered papers. 226 p.
- Turner, N. C. and Begg, J. E. (1978).** In plant Relations in Pastures (J. R. Wilson, ed). Melbourne: CSIRO. 50-66 p.
- Villalobos, L., Sánchez, J. (2010).** Evaluación Agronómica y Nutricional del pasto Ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica: Producción de biomasa y fenología. Costa Rica: s.n. 31-42 p.
- Villegas, A. Y. (2000).** Análisis de crecimiento estacional y componentes del rendimiento de cuatro variedades de alfalfa. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 91 p.
- Zebadúa, M. E. V., Garay, A. H., Hernández, V. A. G. (2005).** Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 43(2), 247-258 p.

VII. ANEXOS

Cuadro 2. Rendimiento de Materia Seca (RMS; g MS planta⁻¹), Relación Hoja:Tallo (R:H/T), Altura de Planta (AP; cm), Densidad de tallos (DT; tallos planta⁻¹) y Relación Raíz:Parte Aérea (R:Raiz/PA), cosechadas a diferentes días de Rebrote (DDR) en el sureste de Coahuila, México.

| DDR | Variables | | | | |
|-----------|-------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|
| | RMS (g MS planta ⁻¹) | R:H/T | AP (cm) | DT (tallos planta ⁻¹) | R:Raiz/PA |
| 15 | 8 ^B | 1.6 ^A | 9 ^B | 150 ^A | 0.9 ^A |
| 30 | 13 ^B | 0.9 ^{AB} | 10 ^B | 143 ^A | 0.6 ^A |
| 45 | 20 ^A | 0.9 ^{AB} | 10 ^B | 162 ^A | 0.6 ^A |
| 60 | 22 ^A | 0.7 ^{AB} | 11 ^{AB} | 166 ^A | 0.7 ^A |
| 75 | 22 ^A | 0.6 ^{AB} | 11 ^{AB} | 174 ^A | 0.6 ^A |
| 90 | 22 ^A | 0.5 ^B | 13 ^A | 163 ^A | 0.5 ^A |
| \bar{x} | 18 | 0.9 | 11 | 150 | 0.7 |
| Pr>F | 0.0001 | 0.0430 | 0.0303 | 0.0106 | 0.3616 |
| EEM | 1.7029 | 0.2981 | 1.2247 | 13.0545 | 0.3651 |
| DMS | 4.8295 | 0.8455 | 3.4733 | 37.022 | 1.0355 |

^{AB}Misma letra mayúscula en una misma columna no son diferentes estadísticamente ($p > 0.05$). Sig= Significancia. EEM= Error Estándar de Media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 3. Componentes morfológicos (%) y su aportación al rendimiento total de forraje de ryegrass (*Lolium perenne* L.), cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila México.

| DDR | Variables | | | | \bar{x} | Pr > F | EEM | DMS |
|-----------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------|---------|--------|--------|
| | Raíz | Tallo | Hoja | MM | | | | |
| 15 | 45 ^{Aa} | 23 ^{Bb} | 33 ^{Aab} | 0 ^{Cc} | 100 | 0.0013 | 5.7999 | 16.393 |
| 30 | 38 ^{Aa} | 33 ^{ABa} | 29 ^{ABa} | 0 ^{Cb} | 100 | 0.0024 | 5.8878 | 16.642 |
| 45 | 38 ^{Aa} | 31 ^{ABab} | 26 ^{ABb} | 5 ^{Bc} | 100 | <.0001 | 2.9814 | 8.4269 |
| 60 | 40 ^{Aa} | 33 ^{ABa} | 21 ^{BCb} | 6 ^{Bc} | 100 | 0.0005 | 3.8151 | 10.783 |
| 75 | 35 ^{Aa} | 36 ^{Aa} | 22 ^{BCb} | 7 ^{Bc} | 100 | <.0001 | 2.6666 | 7.5373 |
| 90 | 34 ^{Aa} | 34 ^{Aa} | 16 ^{Cb} | 15 ^{Ab} | 100 | 0.00017 | 3.4278 | 9.6887 |
| \bar{x} | 38 ^a | 32 ^{ab} | 24 ^b | 6 ^c | 100 | <.0001 | 2.5331 | 7.1598 |
| Pr>F | 0.0924 | 0.0459 | 0.0007 | 0.0007 | | | | |
| EEM | 4.1660 | 3.9539 | 2.8440 | 2.8440 | | | | |
| DMS | 11.815 | 11.213 | 8.0657 | 8.0657 | | | | |

^{abc}Misma literal minúscula en la misma fila y ^{ABC}misma literal mayúscula en la misma columna, no son diferentes estadísticamente (Tukey; p>0.05). EEM= Error Estándar de Media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 4. Aportación de los componentes morfológicos (g MS ha⁻¹) al rendimiento total de forraje de ryegrass (*Lolium perenne* L.), cosechado a diferentes días de Rebrote (DDR), en el sureste de Coahuila México.

| DDR | Variables | | | | \bar{x} | Pr > F | EEM | DMS |
|-----------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------|--------|--------|--------|
| | Raíz | Tallo | Hoja | MM | | | | |
| 15 | 4 ^{Ba} | 2 ^{Ca} | 3 ^{Ba} | 0 ^{Cb} | 8 | 0.0013 | 0.5000 | 1.4132 |
| 30 | 5 ^{Ba} | 4 ^{Ba} | 4 ^{Aa} | 0 ^{Cb} | 13 | 0.0037 | 0.8660 | 2.4478 |
| 45 | 8 ^{Aa} | 6 ^{ABab} | 5 ^{Ab} | 1 ^{Bc} | 20 | 0.0005 | 0.7453 | 2.1067 |
| 60 | 9 ^{Aa} | 7 ^{Aa} | 5 ^{ABb} | 1 ^{Bc} | 22 | 0.0005 | 0.8333 | 2.3554 |
| 75 | 8 ^{Aa} | 8 ^{Aa} | 5 ^{Ab} | 2 ^{Bc} | 22 | <.0001 | 2.6666 | 7.5373 |
| 90 | 8 ^{Aa} | 8 ^{ABa} | 4 ^{ABb} | 3 ^{Ab} | 22 | 0.0014 | 0.7637 | 2.1588 |
| \bar{x} | 7 ^A | 6 ^A | 4 ^B | 1 ^C | 18 | 0.0002 | 0.4409 | 1.2464 |
| Pr>F | <.0001 | 0.0009 | 0.0218 | <.0001 | | | | |
| EEM | 0.7745 | 1.0801 | 0.6236 | 0.3496 | | | | |
| DMS | 2.1967 | 3.0632 | 1.7685 | 0.9915 | | | | |

^{abc}Misma literal minúscula en la misma fila y ^{ABC}misma literal mayúscula en la misma columna, no son diferentes estadísticamente (Tukey; p>0.05). EEM= Error Estándar de Media. DMS= Diferencia Mínima Significativa.