

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



**Efecto del intervalo de corte en la producción de forraje de alfalfa  
(*Medicago sativa* L.) en el Sureste de Coahuila, México**

Por:

**TANIA YADIRA CORONA CASTRO**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Saltillo, Coahuila, México, marzo 2023.

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

**Efecto del intervalo de corte en la producción de forraje de  
alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Sureste de Coahuila, México**

POR:

**TANIA YADIRA CORONA CASTRO**  
TESIS

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

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

La cual fue revisada y aprobada por

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez  
Director

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Santiago Joaquín Cancino  
Co-director

Saltillo, Coahuila, México, marzo de 2023

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**Efecto del intervalo de corte en la producción de forraje de  
alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Sureste de Coahuila, México**

POR:

**TANIA YADIRA CORONA CASTRO**

TESIS

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez  
Director

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Santiago Joaquín Cancino  
Co-director

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Antonio Flores Naveda  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Salt Juanes Márquez  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Pedro Carrillo López  
Coordinación de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México, marzo de 2023

## DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Sabido, Coahuila, marzo de 2023

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado **"Efecto del intervalo de corte en la producción de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el Sureste de Coahuila, México"** es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas obtenida de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

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

TANIA YADIRA CORONA CASTRO

---



---

FIRMA

## RESUMEN

El objetivo del siguiente estudio fue evaluar el comportamiento productivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L) variedad Cuf-101 en el sureste de Coahuila, México, en la estación de primavera, manejada a tres intervalos de cortes después del rebrote (DDR): Corte Temprano (CTE) a los 21 DDR, Corte medio (CME) a los 28 DDR, y Corte tardío (CTA) a los 35 DDR. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de materia seca (RMS), Composición botánica-morfológica (CBM), Relación: hoja/tallo (R:H/T), Altura de la planta (AP), Peso de tallo individual, (PTI) y Peso de tallo por hoja (PTH). El mayor RMS se presentó en el CTA con 11,208 kg MS ha<sup>-1</sup>, en contraste el CTE con menor producción (6,859 kg MS ha<sup>-1</sup>). La hoja fue el componente que más biomasa aportó en el CTE y CTA (3,338 kg ms ha<sup>-1</sup>, 5,960 kg MS ha<sup>-1</sup>), el tallo en el CTE obtuvo menor rendimiento (2, 949 kg MS ha<sup>-1</sup>), mientras que el CME (4,396 kg MS ha<sup>-1</sup>) y CTA (5,960 kg MS ha<sup>-1</sup>) estadísticamente fueron similares. Los menores aportes fueron del material muerto en el CTE solo con 6 % y la maleza e inflorescencia 4 y 3 %, respectivamente. La R:H/T registro un promedio de 0.9. La altura de la planta se utilizaron dos métodos, la regla y el plato con ambos métodos el CTA presentó la mayor altura (62 y 13 cm). En el peso del tallo individual y peso de hoja no hubo diferencias entre los intervalos de corte con un promedio general de 0.52 y g MS tallo<sup>-1</sup>, respectivamente. El rendimiento de MS ha<sup>-1</sup> si se vio afectado por el tratamiento, el mayor rendimiento se obtuvo en el CTA, mismo que presentó el mayor peso de tallo que hoja y la mayor altura, sin embargo, el CTE presentó la mayor relación H/T. En la CBM, el tallo fue el componente que aportó más MS ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Comportamiento productivo, rendimiento de materia seca, composición botánica y morfológica, estación de primavera.

## ABSTRACT

The objective of the following study was to evaluate the productive behavior of alfalfa (*Medicago sativa* L) variety CUF-101 in the southeast of Coahuila, Mexico, in the spring season, managed at three cutting intervals after regrowth (DDR): Cutting Early (CTE) at 21 DDR, Mid Cut (CME) at 28 DDR, and Late Cut (CTA) at 35 DDR. A randomized block experimental design was extracted, with three repetitions. The variables evaluated were: Dry matter yield (RMS), Botanical-morphological composition (CBM), Leaf-stem ratio (R:H/T), Plant height (AP), Individual stem weight, (PTI) and Stem weight per leaf (PTH). The highest RMS occurred in the CTA with 11,208 kg DM ha<sup>-1</sup>, in contrast to the CTE with the lowest production (6,859 kg DM ha<sup>-1</sup>). The leaf was the component that contributed the most biomass in the CTE and CTA (3,338 kg DM ha<sup>-1</sup>, 5,960 kg DM ha<sup>-1</sup>), the stem in the CTE obtained the lowest yield (2,949 kg DM ha<sup>-1</sup>), while that the CME (4,396 kg DM ha<sup>-1</sup>) and CTA (5,960 kg DM ha<sup>-1</sup>) were statistically similar. The lowest contributions were from the dead material in the CTE only with 6 % and the undergrowth and inflorescence 4 and 3 %, respectively. The R:H/T registered an average of 0.9. The height of the plant was used two methods, the rule and the plate with both methods the CTA presented the highest height (62 and 13 cm). In the weight of the individual stem and leaf weight, there were no differences between the cutting intervals with a general average of 0.52 and g DM stem<sup>-1</sup>, respectively. The yield of DM ha<sup>-1</sup> was affected by the treatment, the highest yield was obtained in the CTA, which presented the highest weight of stem than leaf and the highest height, however, the CTE presented the highest H/H ratio. In the CBM, the stem was the component that contributed the most DM ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Productive behavior, dry matter yield, botanical and morphological composition, spring season.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Principalmente por la vida, por permitirme concluir con esta etapa, por siempre guiarme y llevar mi camino hasta aquí. Por darme la fortaleza y las herramientas para seguir, por tantas bendiciones y por no dejar que perdiera la fé en ningún momento.

### **A MIS PADRES**

**Santiago y Raquel** por el apoyo incondicional para lograr este sueño, por ser mi guía a lo largo de toda esta travesía, por su paciencia y cada palabra de aliento en los momentos difíciles, por siempre impulsarme en mi vida profesional, a mis hermanos **David y Esteban**.

### **A VANESSA RAMIREZ MORAN**

Gracias por estar siempre al lado de mí, desde el primer día que comenzó esta aventura, por apoyarme en todos mis logros y mis derrotas, por tener palabras de aliento cuando las necesitaba y por ser tan incondicional. Eres parte del éxito y del sueño.

### **A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

Por ser mi alma mater y darme las herramientas necesarias para concluir esta estepa, por hacer de sus instalaciones un segundo hogar, por la familia buitre que me brindo y por el orgullo de portar sus colores siempre.

## **AL DR. PERPETUO ÁLVAREZ VÁZQUEZ**

Por sus enseñanzas para este proyecto, por su dedicación y paciencia. Por compartir sus conocimientos, por la disponibilidad para resolver dudas e inquietudes, por ser un ejemplo a seguir y un destacado docente de la UAAAN.

## **A MIS ASESORES**

**Dr. Santiago Joaquín Cancino, Dr. Antonio Flores Naveda, M.C. Sait Juanes Márquez**, por su tiempo, por guiarme, revisarme y corregir durante el proceso, a los compañeros de maestría y de licenciatura que fueron participes en este proceso.

## **A MIS AMIGOS**

**Fernanda, Analuz, Berenice, Oziel**. Por ser mi familia foránea, por el apoyo, los días de desvelos estudiando, por todas las aventuras dentro y fuera de la institución, por ser parte de esta etapa, por los recuerdos que permanecen en la memoria.

## **AL ING. ESTEBAN CASTRO SÁNCHEZ**

Por el apoyo durante estos años, por la disponibilidad cuando se le necesitaba, por transmitir el amor y respeto a la UAAAN, por impulsar el sueño como si fuera el suyo, por ser un ejemplo como profesionista.

## **A MIS PRIMOS**

**Leonel, Omar**, Por compartir vivencias dentro y fuera de la institución, por ser familia buitre también, gracias futuros colegas. **Alondra, Erika**, por su apoyo, por estar siempre al pendiente.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES: SANTIAGO CORONA BLANCO Y RAQUEL CASTRO SÁNCHEZ**

Por cuidar de mí, por saber guiarme y llevar mi camino hasta aquí, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible, son mi mayor ejemplo de superación. Gracias por el amor y apoyo incondicional, **A mis hermanos DAVID Y ESTEBAN** por siempre estar al pendiente de cada paso, por el apoyo incondicional y por siempre ayudarme a cumplir la meta.

### **A VANESSA RAMÍREZ MORAN**

Por ser partícipe de este sueño, por tu paciencia y por ser mi compañera, y estar siempre al pendiente, por creer en mí y en lo que puedo conseguir, infinitamente gracias.

## **DEDICATORIA ESPECIAL**

**A TAURINA SÁNCHEZ CASTRO**, físicamente partiste, pero en mi corazón estuviste presente todos estos años, dedico a ti este logro. Te extraño y te mando un abrazo al cielo, sé que desde allá cuidas y oras por mí.

## INDICE GENERAL

I.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1	OBJETIVOS .....	2
1.1.1	Objetivo general .....	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	2
1.2	HIPÓTESIS .....	2
II	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1	Generalidades de la alfalfa.....	3
2.1.1	Información taxonómica.....	3
2.1.2	Descripción morfológica .....	3
2.1.3	Importancia del cultivo .....	5
2.2	Descripción de la variedad Cuf-101 .....	5
2.3	Rendimiento estacional del forraje .....	5
2.4	Factores que afectan el crecimiento y producción de forrajes .....	6
2.4.1	Radiación solar.....	6
2.4.2	Temperatura .....	7
2.4.3	Humedad.....	8
2.4.4	Suelo 9	
2.4.5	Plagas y enfermedades .....	9
2.5	Factores que afectan el rebrote .....	10
2.5.1	Meristemos de crecimiento.....	11
2.5.2	Reservas de carbohidratos.....	12
2.5.3	Agua 12	
2.5.4	Frecuencia e intensidad de cosecha .....	13
III	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
3.1	Descripción del sitio de estudio.....	14
3.2	Manejo de las parcelas experimentales .....	15
3.3	Tratamientos y diseño experimental .....	15
3.4	Variables evaluadas.....	15
3.4.1	Rendimiento de forraje .....	15

3.4.2	Composición botánica - morfológica.....	16
3.4.3	Relación hoja-tallo .....	16
3.4.4	Altura de la planta.....	17
3.4.5	Peso de tallo individual .....	17
3.4.6	Peso de hoja por tallo .....	17
3.5	Análisis de datos .....	18
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>19</b>
4.1.1	Rendimiento de forraje .....	19
4.1.2	Composición botánica-morfológica.....	20
4.1.3	Relación hoja-tallo .....	23
4.1.4	Altura de la planta.....	24
4.1.5	Peso de tallo individual y peso de hoja por tallo .....	26
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>28</b>
<b>VI</b>	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>29</b>
<b>VII</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>36</b>

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Medias de las Temperaturas máximas y mínimas y precipitación durante el periodo del experimento (primavera de 2022). ..... 14
- Figura 2.** Rendimiento de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa var. Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de corte en el sureste de Coahuila, México. CTE = Corte temprano, tres semanas (21 días). CME = Corte medio, cuatro semanas (28 días). CTA = Corte tardío, 5 semanas (35 días). Letra similar sobre las barras, no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ). ..... 20
- Figura 3.** Composición botánica morfológica de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de corte en la estación de primavera en el sureste de Coahuila, México. CTE= Corte temprano (21 días), CME= Corte Medio (28 días), CTA = Corte tardío (35 días), MM= Materia muerta, CBM= composición botánica morfológica. Letra similar sobre las barras, no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )..... 22
- Figura 4.** Relación hoja-tallo de alfalfa variedad Cuf-101, cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera, en el suroeste de Coahuila México. CTE= corte temprano (21 días), CME= corte medio (28 días), CTA= corte tardío (35 días). Letra similar sobre las barras, no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ )..... 24
- Figura 5.** Altura de la planta mediante dos métodos, regla y plato expresados en cm. De la variedad Cuf-101, en la estación primavera en el sureste de Coahuila. CTE= corte temprano (21 días), CME= corte medio (28 días), CTA= Corte tardío (35 días). Literales mayúsculas comparan intervalos de corte dentro de cada método y literales minúsculas comparan métodos dentro de cada intervalo de corte (Tukey;  $p > 0.05$ ). ..... 25

**Figura 6.** Peso de tallo individual (g MS tallo<sup>-1</sup>) y peso de hoja por tallo (g MS tallo<sup>-1</sup>), de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera, en el sureste de Coahuila México. CTE= corte temprano (21 días), CME= (28 días), CTA= corte tardío (35 días). Literales mayúsculas comparan un mismo componente morfológico entre intervalos de corte y literales minúsculas comparan hoja vs tallo dentro de cada intervalo de corte (Tukey; p>0.05)..... 27

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Descripción taxonómica de alfalfa .....	3
<b>Cuadro 2.</b> Variables estimadas en alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México. ....	36
<b>Cuadro 3.</b> Composición botánica morfológica (%) de alfalfa variedad CUF-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México. ....	37
<b>Cuadro 4.</b> Composición botánica morfológica (kg MS ha-1) De alfalfa variedad CUF-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México. ....	38
<b>Cuadro 5.</b> Peso de tallo individual y peso de hoja por tallo (g MS tallo-1) de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México.....	39
<b>Cuadro 6.</b> Alturas (cm) con el método regla y el método plato de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México. ....	40

## I. INTRODUCCIÓN

La alfalfa es una leguminosa forrajera perenne, comúnmente conocida como la reina de los forrajes, el cual se le atribuye este nombre debido a su alto valor nutricional, contenido de proteínas, así como también por su rendimiento y su capacidad de adaptarse a ambientes poco favorables (Russelle, 2001). Es cultivada mundialmente y ofrecida como alimento al ganado, pues presenta una gran palatabilidad lo cual favorece su producción. Además de estas bondades, la alfalfa (*Medicago sativa* L.) al ser una leguminosa tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico reduciendo las necesidades de fertilizantes, es una planta de raíces profundas lo cual le ayuda a resistir los periodos de sequía y en comparación con otras plantas forrajeras ayuda a mejorar las propiedades del suelo (Putnam *et al.*, 2001). Es un cultivo que puede establecerse en climas secos con temperaturas altas por lo que tiene presencia en regiones de climas áridos y semiáridos (Rojas *et al.*, 2016). Es una especie muy versátil, que puede ser utilizada en verde ya sea en pastoreo o corte, así como también en forma de heno o ensilado (Lancefield *et al.*, 1998). El valor nutricional de la alfalfa ronda entre un 22 % proteína y un 70% de digestibilidad, es capaz de adaptarse a una gran variedad de suelos, más sus óptimos tienen que ser profundos y bien drenados (Sánchez, 2005). Por otro lado, el rendimiento de una pradera depende del manejo que se les dé, estas prácticas influyen en su dinámica de crecimiento, es decir, el tamaño de la población y de sus tallos, estos a su vez están relacionados con la tasa de aparición, elongación y vida media de las hojas (Hernández Garay y Martínez, 1997). Romero (2011), menciona que, para lograr un forraje con una alta calidad y cantidad, se debe considerar o usar una frecuencia de corte que permita a la planta producir, así como también recuperarse después de la destrucción. Se sugiere intervalos de corte de 35 días, esto también se asocia con la persistencia de la pradera. En base a lo ya mencionado se establecieron los siguientes objetivos para esta investigación.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Evaluar el comportamiento productivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Cuf-101, bajo diferentes frecuencias de corte en primavera, en el sureste de Coahuila, México.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- ✓ Determinar el rendimiento y sus componentes morfológicos de la alfalfa var. Cuf-101 cosechadas a diferentes frecuencias de cortes en primavera.
- ✓ Evaluar la relación hoja-tallo, altura de la planta, peso de tallo y peso de hoja por tallo en la variedad Cuf-101 de alfalfa.

## **1.2 HIPÓTESIS**

- ❖ La mayor producción de biomasa se registrará en el corte tardío a cinco semanas después del rebrote.
- ❖ El componente morfológico hoja será el que mayor rendimiento aportará al rendimiento total seguido del tallo, material muerto, inflorescencia y maleza.

## II REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades de la alfalfa

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una especie procedente de Irán y Asia menor, es un forraje mundialmente utilizado para la alimentación del ganado (Bouton *et al.*, 2001). Los árabes la llamaban “alfafacah” (Pozo, 1977). En Irán se producía antes del 700 a.C. posteriormente fue llevada a Arabia, a los países mediterráneos, al igual que al norte de África hasta su llegada a España (Rahmonov *et al.*, 2020). Este forraje fue introducido en América del Sur en el siglo XVI, por los portugueses. A México y Estados Unidos fue introducida por los españoles en el año 1870 (Muslera y Ratera, 1991).

#### 2.1.1 Información taxonómica

**Cuadro 1.** Descripción taxonómica de alfalfa

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Género	<i>Medicago</i> L., 1753
Especie	<i>sativa</i> L., 1753

Fuente: CONABIO (2022).

#### 2.1.2 Descripción morfológica

En cuanto a sus hojas son trifoliadas, con el foliolo central largo y los foliolos laterales ovalados, sin pubescencia, con márgenes lisos, dentados en el ápice y unidos al tallo por un peciolo (Muslera y Ratera, 1991). Posee tallos delgados y erectos capaces de sostener a las hojas e inflorescencia, son totalmente

herbáceos, ramificados. Pueden alcanzar alturas de entre 60 a 90 cm, la planta puede presentar de 5 a 25 tallos estos nacen de la corona donde van brotando nuevos tallos a medida que los anteriores mueren (Viteri y Vitaliano, 2019). En cuanto a la raíz de este forraje penetra en el suelo más que de ninguna otra herbácea cultivada. La raíz principal es pivotante, típica de las leguminosas, las plantas nuevas alcanzan profundidades de 1.5 a 2 metros durante su primera estación de crecimiento (Hanson, 1972). En los primeros horizontes del suelo se desarrollan pocas raíces secundarias, pero estas, en vez de extenderse lateralmente, penetran a mayor profundidad para que finalmente sigan un curso paralelo a la raíz principal (Robles, 1981).

La llamada corona, es una estructura que posee es compleja y une la parte aérea con la raíz; superiormente está constituida por la base de los tallos principales y la parte inferior se llega a confundir con la raíz de la planta. En este órgano se almacenan las reservas de nutrientes en conjunto con la raíz en ambas se encuentran las reservas de carbohidratos y proteínas razón por la cual la planta sobrevive después de la cosecha. (Delgado y Chocarro, 2020). Las flores de la planta de alfalfa se establecen en racimos oblongos multifloros los cuales tiene de 8 a 10 flores sobre pedúnculo no aristado los colores son variados que van desde el amarillo al violeta. Posee una Corola papilionácea que consiste de 5 pétalos (Alarcón y Cervantes, 2012). Su fruto está en forma de una vaina en espiral normalmente produce de 1 a 8 semillas en forma riñonada el color usual es verde olivo, cada semilla presentan una medida de 1.5 por 2.5 mm, escotadas en el ombligo con un peso en promedio de 0.8 mg (Alarcón y Cervantes, 2012) y la semilla es reniforme, aplastada lateralmente y arqueada. Presenta una longitud de 2 a 2.5 mm de media, por 1.2 a 1.5 mm de anchura. La superficie es lisa, poco brillante, de color amarillo verdoso. Logrando registrar de 400 a 550 semillas por gramo. (Delgado y Chocarro, 2020).

### **2.1.3 Importancia del cultivo**

La alfalfa es una planta utilizada mundialmente, la importancia se le atribuye a que contiene un alto valor nutritivo y a la cantidad de forraje cosechado por unidad de superficie, además, de que es muy apetecible para el ganado, este forraje se le puede ofrecer fresco, ensilado o henificado (Juncafresca, 1983). Al ser un forraje que se adapta a diferentes tipos de climas áridos, semiáridos y templados (Santana *et al.*, 2019). tiene presencia en diferentes estados de la república mexicana. Los principales estados productores son Chihuahua, las cuencas lecheras, zona lagunera (Coahuila, Durango, Sonora y Baja California), Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla (INIFAP, 2022).

### **2.2 Descripción de la variedad Cuf-101**

La variedad Cuf-101 es importada de Estados Unidos, en cuanto a rendimiento de forraje no ha sido de las mejores en México, dentro de sus características tiene muchas hojas a lo largo del tallo el cual es delgado, sin embargo, tiene una digestibilidad muy alta (Salinas y Montes, 1992). El rendimiento potencial de esta variedad es de 10-20 ton MS ha<sup>-1</sup> año, con una altura de forraje residual de 4 a 6 cm. Tiene una tolerancia media al pisoteo, resiste al frío y es susceptible a inundaciones, es medianamente regular a las sequías y se adapta al centro y norte del país (Martínez, 2002).

### **2.3 Rendimiento estacional del forraje**

El crecimiento de las plantas puede ser definido como “un incremento irreversible en tamaño y en peso de tejido nuevo”, de tallos o de hojas y raíces, a través del tiempo (Bidwell, 1979; Hodgson, 1979) por ende, la producción de materia seca es la acumulación de los distintos componentes morfológicos de la planta a medida que pasa el tiempo. De tal modo que, conforme crece la planta y aumenta el tiempo entre una cosecha y otra, el rendimiento se ve incrementado

sin embargo la calidad disminuye esto como respuesta a la mayor acumulación de carbohidratos estructurales (Jiménez y Martínez, 1984; Duthill, 1989).

Las distintas variedades existentes de alfalfa tienen una combinación de caracteres genéticos específicos, su potencial productivo tiende a expresarse de diferente manera ya que están limitadas a las condiciones ambientales en donde se desarrolle cada una de ellas. No existe una variedad adecuada para todas las condiciones productivas, la elección acertada de alguna de las variedades está sujeta a las combinaciones de condiciones climáticas, edáficas, prácticas de manejo y la forma de aprovechamiento de la pastura, ya sea corte o pastoreo (Salinas, 2005). Se debe de considerar otros factores que determinan la magnitud del crecimiento de la paradera, estos son la frecuencia y severidad de cosecha, crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta, prácticas de fertilización, tipos de suelo y clima (Tablada, 1998).

La época del año puede determinar la producción de materia seca dado que en la estación primavera-verano cuando las condiciones climáticas son más favorables, en cambio en otoño-invierno a raíz de las bajas temperaturas y las heladas su producción es menor. Al igual que la edad y el corte de la alfalfa cambia en base a la estación del año y de la variedad (Villegas *et al.*, 2004). La velocidad de crecimiento estacional puede determinar el momento óptimo para cosechar la alfalfa, los intervalos de cortes pueden ser más cortos o prolongados. (Hernández *et al.*, 1993; Hernández *et al.*, 2012).

## **2.4 Factores que afectan el crecimiento y producción de forrajes**

### **2.4.1 Radiación solar**

Entre los elementos ambientales más importantes que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas está la radiación solar, esta puede limitar o favorecer su crecimiento debido a que, la variación en la intensidad de la luz, la

calidad de la luz y el fotoperíodo tienen un impacto en la morfología y el metabolismo de las plantas (Yang *et al.*, 2018). Por lo tanto, tiene participación en el control de varias respuestas en el ciclo de vida de la planta incluidas la germinación de las semillas, el fotoperiodismo, la evasión de la sombra y el tiempo de floración (Castillon *et al.*, 2007).

El rendimiento estacional de biomasa puede variar según la radiación solar que reciba la planta, dado que, en los climas templados en verano es cuando se da la mayor producción de forraje. Sin embargo, en invierno hay una disminución en cuanto al rendimiento, esto sucede debido a que en verano la cantidad de luz solar recibida es mayor lo cual permite un mayor crecimiento de la planta junto con la temperatura dan una respuesta favorable para producir más materia seca, pero en invierno la producción forrajera tiende a disminuir ya que no hay menor captación de luz solar y fotosíntesis (Zaragoza, 2000).

#### **2.4.2 Temperatura**

Por otro lado, la temperatura es la responsable de llevar a cabo la germinación de las semillas, la velocidad de dicho evento está relacionada con este factor ya que tiene una función en la regulación del metabolismo de la semilla, a medida que se aumenta la temperatura hasta cierto límite la tasa de germinación y emergencia aumenta (Hanson, 1988; Duthill, 1989). Para que las semillas de alfalfa comiencen a germinar se necesita una temperatura de 2 a 3 °C, siempre y cuando los demás factores sean favorables para que se lleve a cabo (fertilizantes, humedad etc.) (Muslera y Ratera, 1991). La planta de alfalfa requiere de diferentes temperaturas para llevar a cabo un óptimo crecimiento y buena producción de forraje, en los meses de invierno la alfalfa tiene a detener su crecimiento por las bajas temperaturas que se presentan, sin embargo, en primavera y verano cuando las temperaturas son más altas las respuestas son positivas, hay algunas variedades capaces de adaptarse a las bajas temperaturas incluso bajo cero (Del Pozo, 1983).

### 2.4.3 Humedad

Los cultivos de alfalfa también están presentes en zona áridas y semiáridas (Yari et al., 2014). No obstante, las sequías limitan la producción primaria de las plantas en estas zonas. Como otras plantas el crecimiento y desarrollo de la alfalfa está condicionado a las amenazas sufridas por las sequías. Sin embargo, existen variedades que son capaces de adaptarse a las deficiencias de agua que estos climas generan (Guo *et al.*, 2016; Ma. Quiaoli *et al.*, 2021). La humedad disponible que tiene la alfalfa influye en su crecimiento, durante su desarrollo la humedad que recibe y que está disponible en el suelo es indispensable, sin embargo, si existen excesos disminuye la aireación del suelo y como respuesta el sistema de raíces es amarillento y las plantas desarrollan coronas pequeñas. La humedad en exceso puede provocar el daño en las plantas incluso la pérdida de esta debido a los patógenos que pueden desarrollarse. Por otro lado, el estrés hídrico en la etapa de crecimiento se destaca más en los tejidos que se desarrollan más rápidamente, dichos tejidos conforman la mayor parte de la planta durante la germinación, emergencia y crecimiento inicial (Espinoza y Ramos, 2001).

Aranjuelo *et al.* (2011), mencionan que a nivel radicular el estrés hídrico provoca que la enzima nitrogenasa reduzca su actividad lo cual afecta la tasa de fijación de  $N^2$  al disminuir la respiración del nódulo y aumentan las concentraciones de  $O^2$  y por lo tanto el transporte de compuestos nitrogenados a la parte aérea de la planta. La alfalfa, tratará de reducir su potencial osmótico para contrarrestar el déficit hídrico al incrementar a nivel celular los contenidos de azúcares solubles y aminoácidos. Se tiene que para producir 1 kg de MS la planta necesita de 700 a 800 ml de agua, en comparación de otros cereales invernales como la cebada y el trigo que solo necesitan de 500 a 600 ml de agua. (Del Pozo, 1983; Muslera y Ratera, 1991). En términos generales la alfalfa es un forraje resistente a las sequías, sin embargo esta característica no nos garantiza que la planta no requiera cantidades adecuadas de agua para su óptimo desarrollo y producción, razón por la cual los requerimientos hídricos dependen de otros elementos tales como el

clima, la temperatura, el viento, la humedad ambiental y el suelo (Espinoza y Ramos, 2001).

#### **2.4.4 Suelo**

Este cultivo forrajero necesita de suelos profundos y bien drenados, aunque se cultiva en una amplia variabilidad de suelos. Los suelos con menos de 60 cm de profundidad no son aconsejables para la alfalfa. (Del Pozo, 1999). Si el suelo no cuenta con esas características la alfalfa no expresa su potencial de rendimiento (Salinas, 2005). Este forraje tiende a preferir los suelos de mayor profundidad dado que se encuentra con espacios suficientes para extenderse y desarrollar raíces abundantes y suficientes (Juncafresca, 1983). En cuanto a los requerimientos de pH del suelo es 6.5 a 7.5, en caso de presentar valores inferiores a 5.8 tiende a afectar la absorción de los nutrientes, sin embargo, los valores mayores a 8.5 causan la presencia de enfermedades en el suelo, el pH ideal para para la alfalfa es de 7.2 (Espinoza y Ramos, 2001).

#### **2.4.5 Plagas y enfermedades**

La alfalfa es un cultivo que tiene una permanencia en el suelo de 3 a 5 años en ocasiones puede ser hasta más tiempo, razón por la cual generan un hábitat estable para que los artrópodos se establezcan ahí, se alimenten y se reproduzcan, a pesar de que la alfalfa se corta constantemente eso no evita este suceso. Existen una gran variedad de grupos funcionales algunos de ellos herbívoros de las cuales solo unos cuantos se pueden llegar a considerar plagas potenciales capaces de producir pérdidas económicas en el cultivo (Delgado y Chocarro, 2020).

La estabilidad del cultivo de alfalfa tiene la desventaja de albergar vertebrados que pueden convertirse en potentes plagas al ser un alimento rico en proteína (Salomon y Marsh 1981). Sin embargo, este forraje también alberga

parásitos que traen beneficios ecosistémicos como depredación y parasitoidismo de los cuales se pueden favorecer también otros cultivos cercanos a estas praderas de alfalfa con el control biológico que aportan (Delgado y Chocarro, 2020). Dentro de las plagas que más se presentan en el valle de México están las siguientes: hicharritas (*Cicadellia spp*), el pulgón negro (*Aphis fabae*), trips (*Frankliniella occidentalis*) pulgón verde (*Acyrtosiphon pisum*), diabrotica (*Diabrotica spp.*) y el gusano verde de la alfalfa (*Colias churríteme*) (Espinoza y Ramos, 2001).

Por otra parte, las enfermedades que atacan a la alfalfa causan un deterioro y muerte de las plantas, esto se ve reflejado en las pérdidas económicas; sin embargo, el impacto causado está relacionado con las condiciones ambientales, el tipo de suelo, así como también del manejo que se les da a las praderas. En cuanto a opciones para el control de enfermedades económicamente hablando existen muy pocas por lo cual se recomienda elegir la variedad resistente a los patógenos (INIFAP, 1997). Dichas enfermedades se clasifican en infecciosas y no infecciosas, las primeras son causadas por patógenos y parásitos incluyen: bacterias, hongos, pseudomicoplasmas, nematodos, virus y plantas parásitas. Mientras que las no infecciosas son causadas por agentes abióticos, como lo son: contaminantes del aire, desbalance de los nutrientes en el suelo, falta de agua, temperaturas extremas, herbicidas etc. (Alarcón *et al.*, 2008).

## **2.5 Factores que afectan el rebrote**

Existen muchos factores que determinan o afectan el rebrote entre ellos están los climáticos, reservas de carbohidratos, hormonas, disponibilidad de nutrientes, área foliar para llevar a cabo la fotosíntesis y la competencia entre las plantas. La fotosíntesis reduce su actividad cuando las plantas son defoliadas, además de que la cantidad y el tipo de tejido removido se ven afectados, a la par que sucede esto su capacidad de rebrotar tendrá una disminución. En cambio, si las condiciones en que se desarrollan son las adecuadas la velocidad del rebrote

tendrá una respuesta positiva. Definiéndose este como el periodo de tiempo que necesita la planta para llegar a la cantidad de materia seca que se obtuvo antes del corte o remoción del tejido plantas (Briske, 1991). Las reservas de carbohidratos como el área foliar remanente están relacionados con la cantidad de hojas que existen las cuales son las encargadas de la fotosíntesis para comenzar a almacenar energía. Esta función es usada como una medida de la cantidad de luz interceptada, esta depende de la cantidad de hojas disponibles (Chapman y Lemaire, 1993).

### **2.5.1 Meristemos de crecimiento**

Los meristemos son regiones celulares de las plantas, están hechos por células que perpetuamente son embrionarias, sin embargo, su multiplicación y diferenciación se forma de los demás tejidos. Se pueden distinguir entre meristemos primarios de los que depende el crecimiento en longitud y meristemos secundarios, que producen engrosamiento de tallos y raíces (Rojas, 1993). No obstante, la activación de las áreas meristemáticas está influenciada por el balance entre auxinas y citoquininas, dependiendo del balance se va a reducir la formación de las hojas jóvenes que tienen la capacidad de producir auxinas suficientes para estimular el desarrollo de nuevo tejido foliar y radicular (Bidwell, 1979).

La posición de los meristemos son dependientes del crecimiento de la planta. En el caso de la alfalfa los meristemos de crecimiento están ubicados a la altura del corte, el rebrote tiene lugar desde las yemas de las coronas y los meristemos axilares. El tiempo necesario para la recuperación es más largo debido a que las yemas alcanzan un crecimiento óptimo hasta que la planta se encuentra en etapa reproductiva sin embargo en condiciones de pastoreo esto no se lleva a cabo (Chapman y Lemaire 1993; Baguet y Bavera, 2001).

### **2.5.2 Reservas de carbohidratos**

Los carbohidratos son los responsables de brindarle la energía necesaria para el rebrote de las plantas forrajeras (perenes o anuales, las cuales pueden ser cosechadas varias veces en la misma temporada, también ayudan a la supervivencia de las plantas durante periodos críticos (sequías, inundaciones, temperaturas extremosas) proporcionan la energía suficiente para su crecimiento cuando las condiciones están a favor (Duthil, 1989).

En la alfalfa las reservas de carbohidratos presentan un nivel más bajo después de la cosecha cuando empieza el periodo de rebrote mientras la nueva parte aérea es producida (Ueno y Smith, 1970). Hay distintos tipos de carbohidratos que son almacenados en las raíces y en la base de los tallos, este suceso tiene lugar cuando la fotosíntesis sobrepasa la respiración y cuando existe una alta captación de energía luminosa. De modo que, después a una defoliación intensa, la respiración sobrepasa a la fotosíntesis y es cuando las plantas hacen uso de las reservas de carbohidratos para su crecimiento (Mendoza *et al.*, 2008).

### **2.5.3 Agua**

El calentamiento global amenaza la producción agrícola actual limitando la disponibilidad del agua de riego necesaria para la producción de plantas (Raza *et al.*, 2019). Las plantas tienen varias estrategias que utilizan para contrarrestar los efectos por sequías a nivel fisiológico y morfológico, utilizan una estrategia de escape conocida como la capacidad de las plantas para mantener un alto potencial hídrico en condiciones críticas de sequía, dicha estrategia está caracterizada por cambios hidromorfológicos tales como la disminución del área foliar, menor número de plantas y la conductividad de los estomas, formación más densa del sistema radicular y un aumento de la relación raíz/tallo (Quan *et al.*, 2016). La alfalfa es una planta que está caracterizada por ser tolerante a la sequía, gracias

a que su sistema radicular es profundo y generalmente se pronuncia en los pocos años posteriores a la siembra (Huang *et al.*, 2018).

#### **2.5.4 Frecuencia e intensidad de cosecha**

La frecuencia de corte hace referencia al periodo de tiempo o los intervalos de días que existen entre una cosecha y otra (Speeding, 1971). Mendoza (2008) menciona que si se corta con mayor frecuencia se obtendrá una menor producción y habrá presencia de especies no deseadas, en cambio si los cortes se realizan con intervalos más largos se obtiene una mayor producción de materia seca, sin embargo, su valor nutritivo es menor, la cantidad de proteína baja por tanto su digestibilidad también. Normalmente las praderas son cosechadas o pastoreadas antes de que la planta pueda alcanzar su mayor producción de forraje (Velasco *et al.*, 2001).

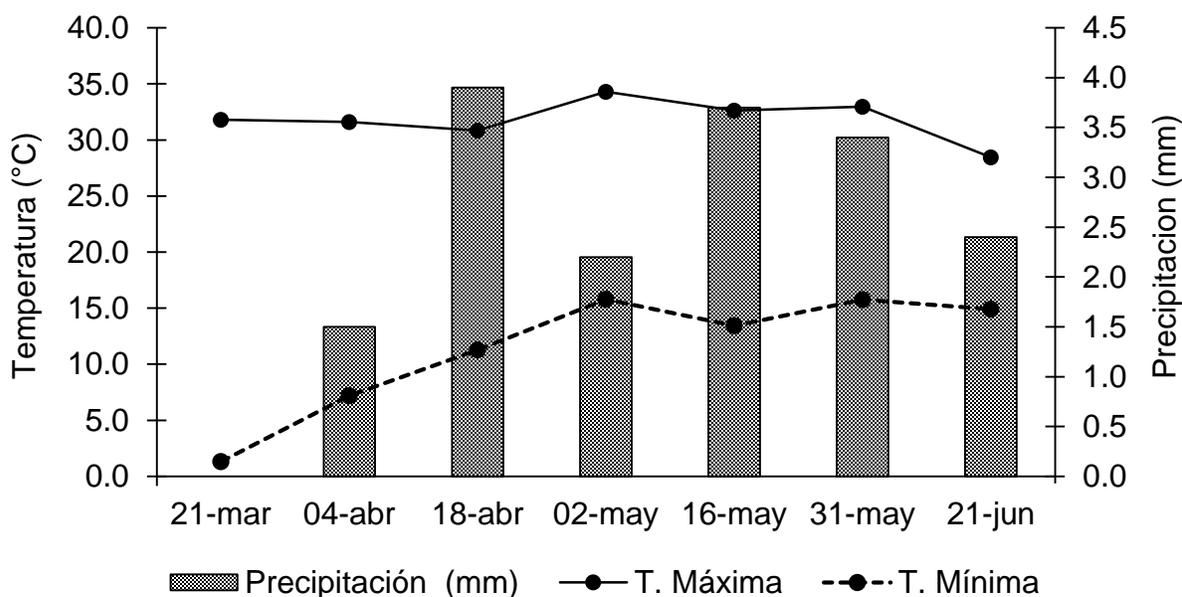
En la planta de alfalfa la frecuencia de corte es más importante que la intensidad del mismo, esto se debe a que el rebrote después de la destrucción se lleva a cabo en las yemas de la corona y en los meristemos axilares de los tallos más bajos (Hernández-Garay *et al.*, 1992; Valentine y Matthew, 1999). El rendimiento de materia seca de una pradera está relacionado con el número de plantas, así como también con el peso de cada una de ellas, por tal motivo podemos entender que su producción depende del número de tallos vivos por unidad de área y su respectivo peso individual o por la combinación de ambos (Hernández-Garay y Pérez, 1999).

### III MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del sitio de estudio

La investigación se llevó a cabo del 5 de marzo al 23 de julio de 2022 durante la estación de primavera, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, en el área experimental conocida como “El Bajío”, con coordenadas 25° 23’ de Latitud Norte y 101° 00’ de Longitud Oeste, a 1783 msnm. El clima es templado semi-seco, con una temperatura promedio de 18 °C. tiene inviernos extremos predominando temperaturas máximas superiores a 18 °C, pero con registros de temperaturas mínimas inferiores a 0 °C.

En la Figura 1 observamos las temperaturas y precipitación registradas en el periodo del experimento, mismas que fueron tomadas en la red universitaria de observatorios atmosféricos (RUOA, UAAAN, Saltillo). La mayor temperatura fue de 34.1 °C mientras que la menor registrada en este periodo fue de 1.32 °C para el caso de la precipitación fue de 17.1 mm.



**Figura 1.** Medias de las Temperaturas máximas y mínimas y precipitación durante el periodo del experimento (primavera de 2022).

### **3.2 Manejo de las parcelas experimentales**

Se utilizaron 9 parcelas de 9 m<sup>2</sup>, establecidas el 5 de febrero de 2019. Se utilizó la variedad Cuf-101 de alfalfa, sometida a tres frecuencias de cosecha: Corte Temprano (CTE), Corte Medio (CME) y Corte Tardío (CTA), considerando el CME como testigo. Los intervalos de corte fueron para el CTE = 21 días, CME = 28 días y CTA = 3 días. La siembra fue al voleo a una densidad de siembra de 22 kg SPV ha<sup>-1</sup>. Los riegos fueron con cintilla superficial colocada a 70 cm de separación y con riegos cada 15 días a capacidad de campo.

### **3.3 Tratamientos y diseño experimental**

Las fuentes de variación fueron las tres frecuencias de corte durante la estación de primavera. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones. El factor de bloqueo fue la pendiente del terreno, y por ende disminuir los efectos de riego.

### **3.4 Variables evaluadas**

#### **3.4.1 Rendimiento de forraje**

El rendimiento de alfalfa se estableció cosechando el forraje que estaba dentro de dos cuadrantes de 0.25 m<sup>2</sup>, los cuales se establecieron al azar en cada una de las repeticiones. El corte de la planta se hizo a una altura aproximada de 5 cm arriba del suelo, posterior al corte el forraje se pone en bolsas de papel las cuales se identifican, después de eso se sometió a una estufa de aire forzado, modelo POM-246F SERIAL No. P6-800 a una temperatura de 55 °C por 72 horas hasta obtener peso constante, para registrar el peso de la materia seca, con lo cual se determinó el rendimiento por unidad de superficie (kg MS ha<sup>-1</sup>).

### 3.4.2 Composición botánica - morfológica

La composición botánica morfológica se determinó mediante una submuestra del 10 % del total del forraje cosechado, mismo que se separó por componente: hoja, tallo materia muerta, inflorescencia y maleza. Mismos que fueron puestos bosas identificadas con el nombre de cada componente para después someterlas a un secado en una estufa de aire forzado, modelo POM-246F SERIAL No. P6-800 a una temperatura de 55 °C hasta alcázar su peso constante. Después se registró el peso de cada componente en porcentaje y en kg MS ha<sup>-1</sup> utilizando una báscula analítica.

Se emplearon las siguientes formulas:

$$\text{CBM (\%)} = \frac{\text{Peso total del componente}}{\text{Peso total de la CBM}} \times 100$$
$$\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ corte} = \frac{\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}}{\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}} \times 100$$

### 3.4.3 Relación hoja-tallo

Con los datos obtenidos de la composición botánica y morfológica de hoja y tallo de las plantas de alfalfa, se realizaron los cálculos para estimar la relación hoja-tallo, mediante la siguiente formula:

$$R = H/T$$

Donde:

R= Relación hoja tallo

H = Peso seco del componente hoja (kg MS ha<sup>-1</sup>).

T = Peso seco del componente tallo (kg MS ha<sup>-1</sup>).

#### **3.4.4 Altura de la planta**

Se utilizaron dos métodos para la medir la altura de la alfalfa, el plato y la regla, cada uno con 100 cm de graduación con un 1 mm de precisión. Se tomaron al azar 10 muestras representativas de cada repetición, con las lecturas registradas de cada repetición se calculó el promedio de la altura por repetición de la planta.

#### **3.4.5 Peso de tallo individual**

Se tomó una muestra representativa únicamente de 10 tallos por repetición, mismos que fueron separados de las hojas, se guardaron en bolsas de papel identificadas para después someterlos a un secado en una estufa de aire forzado, modelo Felisa FE-243A, por 72 h a 55 °C, hasta que alcanzaron su peso constante. Posteriormente se registró el peso de los diez tallos y dividió entre diez para obtener el peso por tallo individual en gramos de materia seca por tallo (g MS tallo<sup>-1</sup>).

#### **3.4.6 Peso de hoja por tallo**

La hoja separada de los 10 tallos cosechados en la estimación del peso de tallo individual se puso en bolsas identificadas para después someterlas a un secado en una estufa de aire forzado (Felisa, Mod. FE-243A), hasta que alcanzo su peso constante durante 72 h.

Para sacar el peso de hoja por tallo se empleó la siguiente formula:

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

Dónde:

PH\*T=Peso de hoja por tallo (g MS hoja tallo<sup>-1</sup>)

PHT= Peso de hoja total (g MS hoja 10 tallos<sup>-1</sup>)

### 3.5 Análisis de datos

Para comparar los intervalos de corte en el comportamiento productivo de la alfalfa variedad Cuf-101 se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones. Se realizó un análisis ANOVA con el procedimiento GLM de SAS (Statistical Analysis System Versión 9.0 para Windows; SAS Institute, Cary NC. USA). Cuando hubo efecto en intervalo de corte se realizó una comparación de medias con la prueba Tukey ( $p < 0.05$ ). Se utilizó el siguiente modelo:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor de la variable de estudio

$\mu$  = Media general de la población estudiada

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto de  $j$ -ésimo bloque

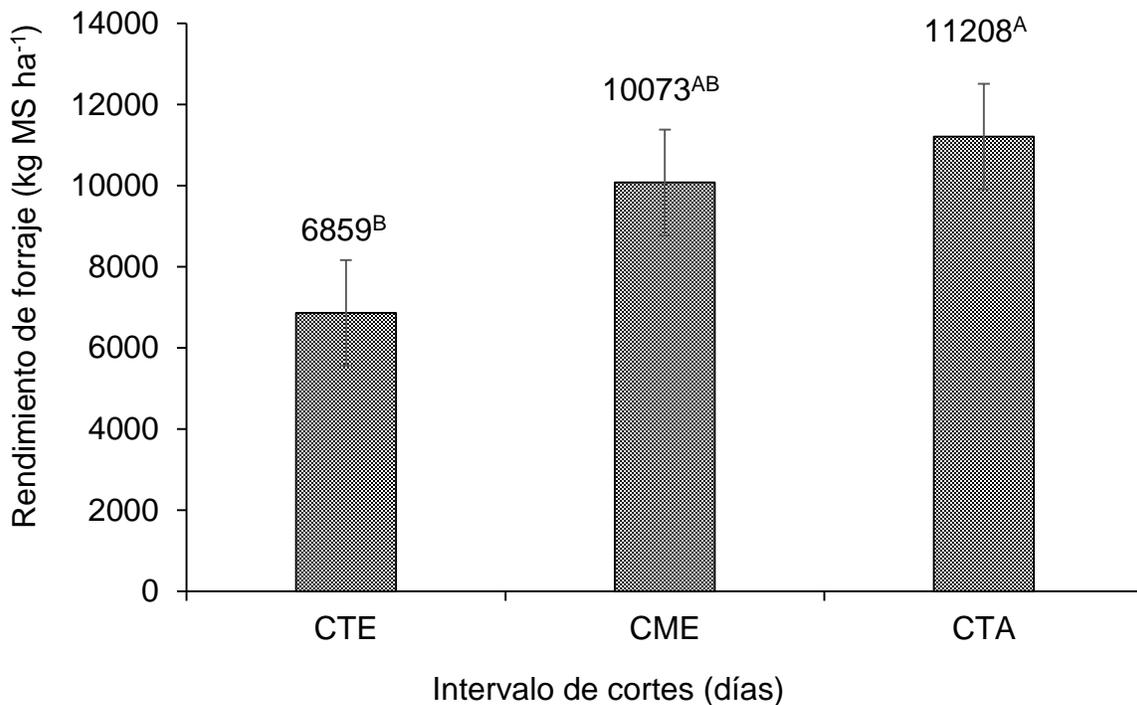
$E_{ij}$  = Error estándar de la media

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.1 Rendimiento de forraje

En la Figura 2 se muestran los rendimientos de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada en primavera a diferentes intervalos de cosecha; corte temprano (CTE), Corte medio (CME) y corte tardío (CTA) en el Sureste de Coahuila, México. Se presentaron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre los intervalos de cortes (IC). El mayor rendimiento de forraje se registró cuando la alfalfa se cosechó a los 35 días de rebrote (CTA), con un valor de 11,208 kg MS ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, la menor producción de materia seca se presentó en el CTE con 6,859 kg MS ha<sup>-1</sup>. En promedio se obtuvo un valor de 9,380 kg MS ha<sup>-1</sup> (Cuadro 2 de anexos).

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontró una mayor producción de biomasa conforme aumentan el intervalo de corte, lo cual concuerda con Castro (2020), quien en sus estudios encontró un incremento del rendimiento forrajero a medida que aumentaban los días de descanso entre un corte y otro, con una producción de 4,638 kg MS ha<sup>-1</sup> para el corte que tuvo 7 semanas de descanso, al contrario del corte de la semana 1 y 2 que se registraron 538 y 1,176 kg MS ha<sup>-1</sup>. Por su parte, Carmona (2021) obtuvo tendencias similares a los anteriores, menciona que el corte de la primera semana de rebrote registro menos cantidad de forraje con un total de 225 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras que en la semana seis obtuvo un total de 5,439 kg MS ha<sup>-1</sup> y en la semana 7 el rendimiento fue de 4903 kg MS ha<sup>-1</sup>.



**Figura 2.** Rendimiento de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa var. Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de corte en el sureste de Coahuila, México. CTE = Corte temprano, tres semanas (21 días). CME = Corte medio, cuatro semanas (28 días). CTA = Corte tardío, 5 semanas (35 días). Letra similar sobre las barras, no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

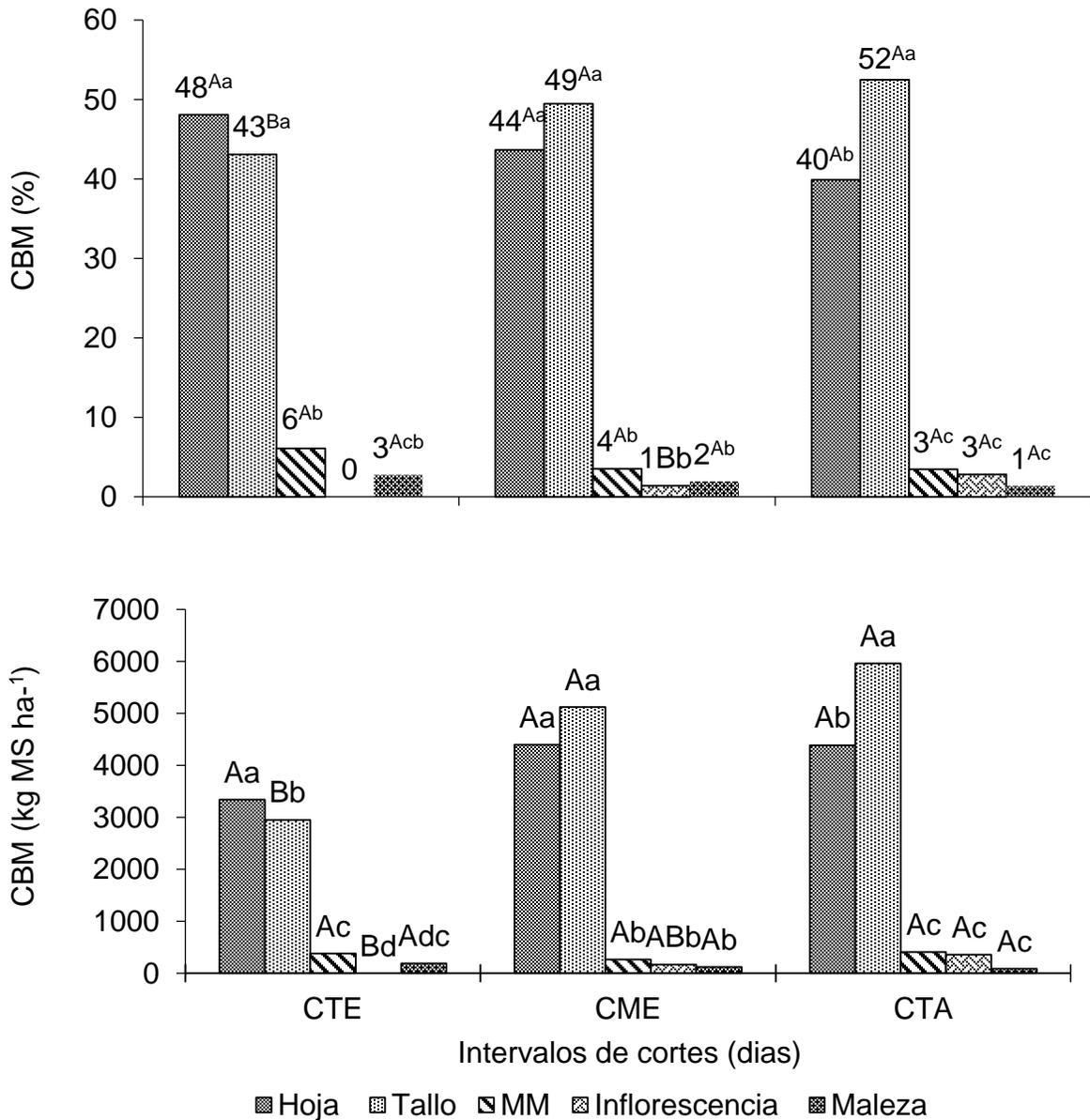
#### 4.1.2 Composición botánica-morfológica

Las aportaciones en porcentaje y kg MS ha<sup>-1</sup> de los componentes botánicos-morfológicos de la alfalfa cosechada a diferentes intervalos de corte, se presentan en las Figuras 3 y 4. En la aportación en porcentaje y kg MS ha<sup>-1</sup> de cada componente se registraron diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre componentes e IC. En las aportaciones en porcentaje, el CTA (52) y promedio por componente (48 %) el tallo registro la mayor contribución al rendimiento total, mientras que en el resto de IC la hoja y el tallo fueron los componentes que más aportaron con 48 y 43 % en CTE, y para CME valores de 44 y 49 %, respectivamente. En contraste las menores y nulas aportaciones se observaron

en el material muerto, inflorescencia y maleza, los cuales registraron porcentajes menores al 6 % tanto en IC como en promedios. En cuanto a los componentes, solo se registraron diferencias en tallo e inflorescencia, el CTE fue el IC que presento una menor producción de tallo con un 43 %, así mismo una nula presencia de inflorescencia.

Respecto a los aportes en kg MS ha<sup>-1</sup>, los componentes material muerto, inflorescencia y maleza presentaron las mínimas o nulas aportaciones en los IC con promedios de 352, 176 y 134 kg MS ha<sup>-1</sup>, resaltando la nula presencia de inflorescencia en el CTE, debido a la corta edad a la que fue cosechada la planta. En cuanto a las mayores contribuciones, con 3,338 kg MS ha<sup>-1</sup> la hoja alcanzo la mayor aportación en el CTE, contrario en el CTA donde el tallo fue el componente que presento más producción con 5,960 kg MS ha<sup>-1</sup>, respecto a el CME (4,396 y 5,121 kg MS ha<sup>-1</sup>) y promedio por componente (4,041 y 4,677 kg MS ha<sup>-1</sup>) la hoja y tallo obtuvieron las mayores contribuciones. Finalmente, al igual que en la aportación en porcentaje, entre IC solo se presentaron diferencias en el tallo e inflorescencia, donde el CTE registro las menores producciones de estos componentes con 2,949 y 0 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Por su parte Guevara (2021), en su estudio en la misma variedad, registro para la estación de primavera que la hoja alcanzo su máximo rendimiento con un 53 % en total. Señala que en la estación de primavera el componente hoja fue el quien más rendimiento acumulo con un total del 53 %, esto en los primeros días después del rebrote (DDR) de la planta, a medida que se alargaban los DDR e tallo fue aumentando gradualmente hasta llegar al día 49 %, donde observó un porcentaje de portación similar al de la hoja, con 41 y 38 % respectivamente.



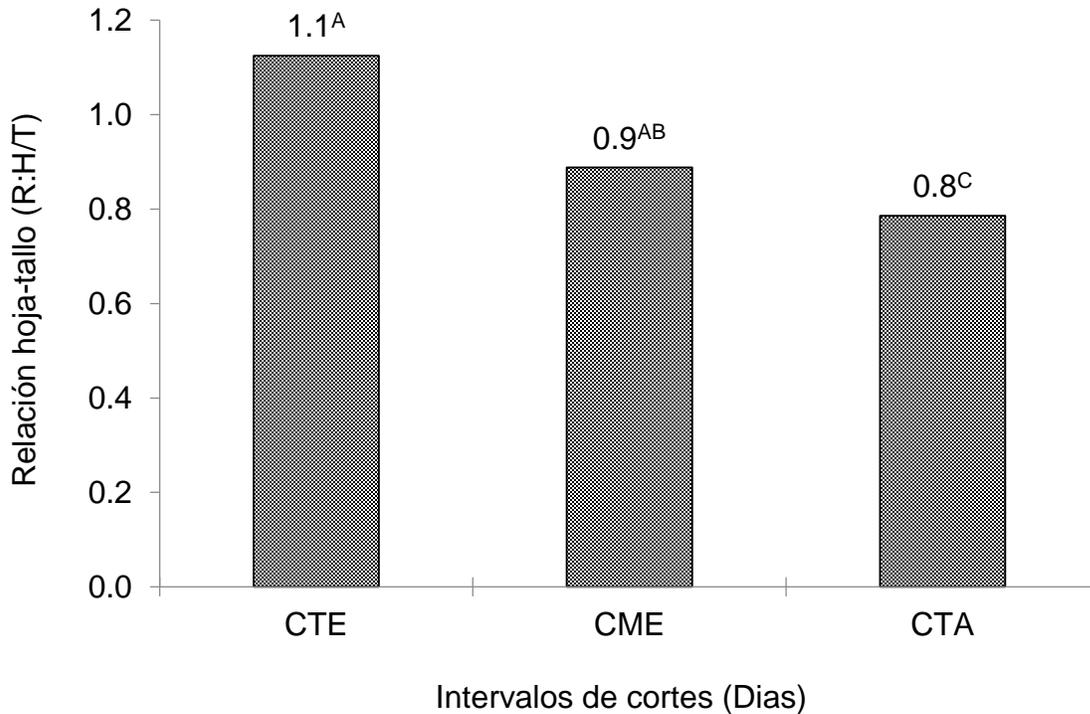
**Figura 3.** Composición botánica morfológica de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de corte en la estación de primavera en el sureste de Coahuila, México. CTE= Corte temprano (21 días), CME= Corte Medio (28 días), CTA = Corte tardío (35 días), MM= Materia muerta, CBM= composición botánica morfológica. Letras mayúsculas comparan componente entre intervalos corte y letras minúsculas comparan componentes dentro de un mismo corte ( $p < 0.05$ ).

De acuerdo a Álvarez (2013), en el estudio en donde comparo diez diferentes tipos de variedades de alfalfa en las cuatro estaciones del año, encontró que el componente tallo en primavera obtuvo un 29 % de la CBM, siendo esta estación donde mayor presencia tuvo ( $p < 0.05$ ) a comparación del resto del año. A medida que aumentan los DDR el componente tallo en el rendimiento de materia seca obtiene más presencia en todas las estaciones del año, el material muerto por su parte tiene un comportamiento similar pues conforme se disminuye la frecuencia de corte esta tiene más presencia en la composición botánica - morfológica (Mendoza *et al.*, 2010).

#### **4.1.3 Relación hoja-tallo**

En la Figura 5 se muestra relación hoja-tallo (R:H/T) de alfalfa variedad cuf-101 cosechada en la estación de primavera. Se obtuvo diferencia estadística ( $p < 0.05$ ), entre IC donde el CTE obtuvo la mayor R:H/T con un valor de 1.0, seguido por CME con 0.9 y CTA con 0.8 y con una relación promedio de 1.0. Lo anterior indica que en el CTE la hoja y el tallo produjeron la misma cantidad de materia seca a diferencia del resto de IC donde la cantidad de hoja producida fue menor respecto a la del tallo. Como se puede observar a mayor edad de la planta menor es la cantidad de hoja producida.

Por su parte Moran (2021), en su estudio, observo diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) entre los DDR, señala que a la semana después del corte existió una mayor relación en cuanto a hoja y tallo (1.49), misma que se fue reduciendo hasta la semana 7 después del rebrote (0.76). Mientras Cadena (2009), menciona que cuando existe mayor cantidad de hoja, la cantidad de materia seca tiende a disminuir, sin embargo, a medida que los intervalos de cortes son más largos la relación hoja-tallo disminuye dando como resultado mayor cantidad de forraje. La calidad está relacionada con la presencia de más hojas que tallos.

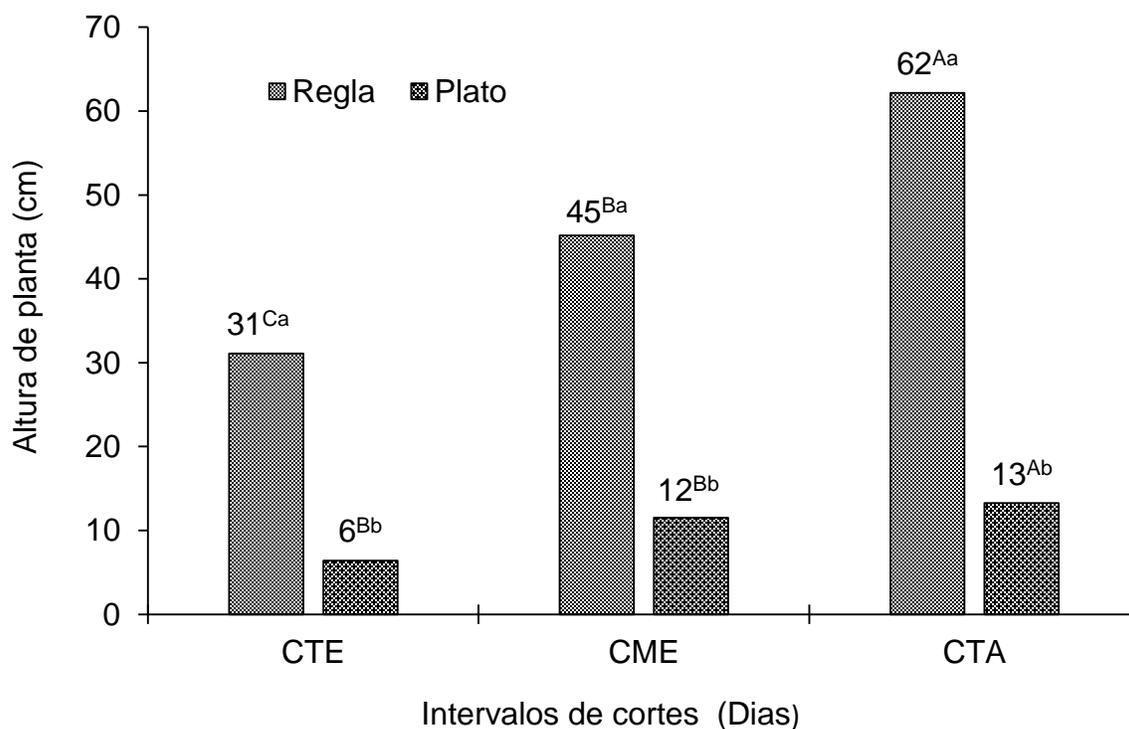


**Figura 4.** Relación hoja-tallo de alfalfa variedad Cuf-101, cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera, en el suroeste de Coahuila México. CTE= corte temprano (21 días), CME= corte medio (28 días), CTA= corte tardío (35 días). Letra similar sobre las barras, no son estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ).

#### 4.1.4 Altura de la planta

Las estimaciones de la altura de la planta se tomaron con dos métodos regla y plato (Figura 6). Los resultados arrojaron diferencias estadísticas entre los IC ( $p < 0.05$ ). Para el caso de la regla, el CTA fue quien mostró mayor altura (62 cm) seguido por el CME (45 cm) y como último el CTE (31 cm). Se observó como a medida que prolongan los días de rebrote la planta alcanza mayor tamaño. En cuanto a la medición de la altura por el método del plato los resultados obtenidos fueron menores para el CTE con un total de 6 cm, seguidos por el CME con 12 cm y el de mayor altura el CTA con 13 cm. A medida que los intervalos de cortes fueron más largos, la altura de la planta fue mayor y la cantidad de forraje también.

Entre métodos con la regla se obtuvo una mayor altura entre los tres IC registrando un promedio de 46 cm, por el contrario, solo con el plato se observaron 13 cm en promedio.



**Figura 5.** Altura de la planta mediante dos métodos, regla y plato expresados en cm. De la variedad Cuf-101, en la estación primavera en el sureste de Coahuila. CTE= corte temprano (21 días), CME= corte medio (28 días), CTA= Corte tardío (35 días). Literales mayúsculas comparan intervalos de corte dentro de cada método y literales minúsculas comparan métodos dentro de cada intervalo de corte (Tukey;  $p > 0.05$ ).

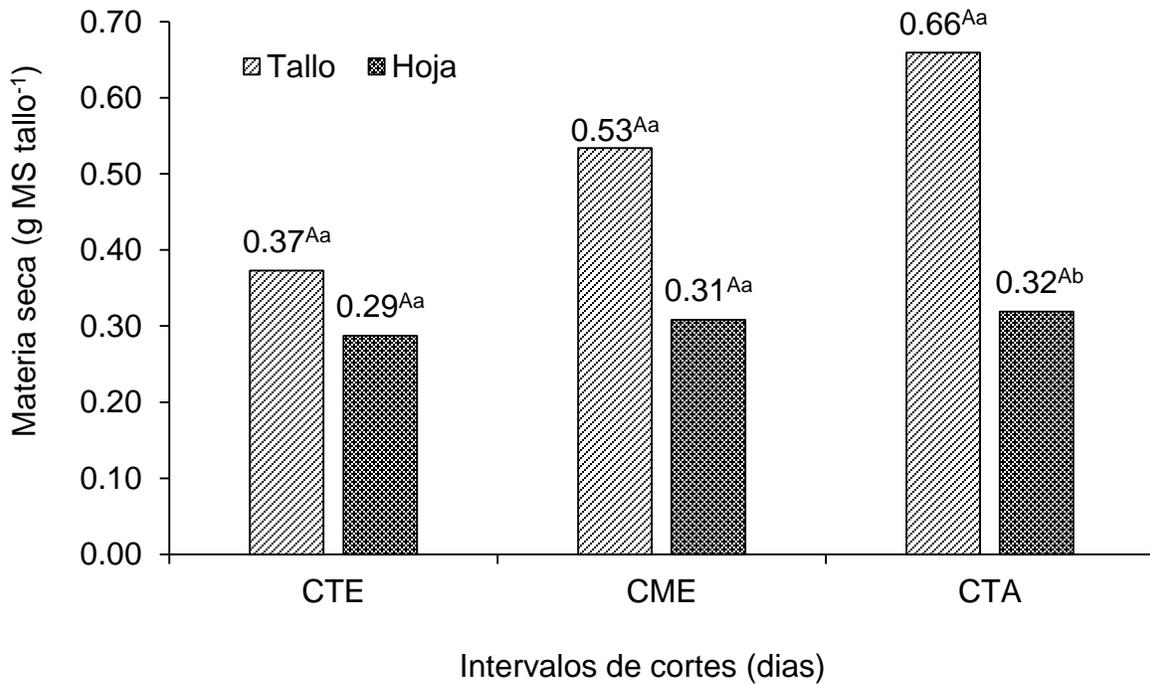
La altura de la planta se puede explicar por su edad, a mayor edad la altura, es más, sin embargo hay una tendencia a disminuir en el día 42 y 49 después de la cosecha (Vázquez, 2021). De acuerdo con Rojas (2011) en su investigación menciona que en promedio la estación del año en donde hubo una mayor altura en la alfalfa fue en verano ( $p < 0.05$ ), con 60 y la estación que menos altura registro fue invierno con 26 cm. En cuanto a la comparación que hizo entre diez variedades

distintas de alfalfa si hubo diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) dando como resultado que la variedad Júpiter tuvo mayor altura, seguida de la variedad Cuf-101 en promedio su altura fue de 52 y 41 cm respectivamente.

#### **4.1.5 Peso de tallo individual y peso de hoja por tallo**

En la Figura 7 se observan el peso del tallo individual de la variedad Cuf-101 en intervalos de cortes a tres, cuatro y cinco semanas después del rebrote, los resultados obtenidos arrojaron un aumento gradual conforme los DDR, sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias ( $p > 0.05$ ). CTE (0.37) CME (0.53), CTA (0.66). En general el peso por tallo fue de 0.52 g de MS. Para el peso de hoja por tallo las estadísticas nos indican que no hay diferencias en cuanto a los intervalos de cortes ( $P > 0.05$ ). el CTE fue quien dio menor rendimiento, seguidos del CME y el CTA con 0.29, 0.31, 0.32 g MS de hoja por tallo respectivamente. También se hizo una comparación por corte en cuanto a rendimiento de MS por hoja y por tallo, en el CTE y el CME no se observó ninguna diferencia estadística significativa entre uno y otro ( $p > 0.05$ ), sin embargo, para el CTA si hubo diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ), dando un resultado de casi el doble para el tallo y menos para la hoja. 0.66, 0.32 g MS, respectivamente.

De acuerdo con Álvarez (2013), menciona que la variedad Cuf-101 en comparación con otras diez variedades de alfalfa dio como resultado un menor peso por tallo, mientras que la variedad Júpiter obtuvo el mayor peso por tallo. ( $P < 0.05$ ). En cuanto a los resultados de Mendoza (2008) concuerdan con lo obtenido por corte, la semana 3 y 4 dieron un menor peso por tallo (0.27 g) en comparación de las semanas 7 y 6 que registró mayor cantidad de materia seca por tallo (0.90 g). Este mismo autor, comenta que, en cuanto a la comparación por mes, en enero se registraron los menores pesos por tallos. El peso más alto se obtuvo en el mes de julio, los valores son independientes a la frecuencia de corte.



**Figura 6.** Peso de tallo individual (g MS tallo<sup>-1</sup>) y peso de hoja por tallo (g MS tallo<sup>-1</sup>), de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera, en el sureste de Coahuila México. CTE= corte temprano (21 días), CME= (28 días), CTA= corte tardío (35 días). Literales mayúsculas comparan un mismo componente morfológico entre intervalos de corte y literales minúsculas comparan hoja vs tallo dentro de cada intervalo de corte (Tukey;  $p > 0.05$ ).

## V CONCLUSIONES

El rendimiento de forraje y la relación: hoja/tallo se vieron afectados por los intervalos de corte, la mayor producción de materia se registró a un corte de 35 días de rebrote, en contraste un corte a 21 días, registro una mayor R:H/T. En cuanto a la composición botánica morfológica, el tallo fue el componente que más aportó al rendimiento con más del 45 %, seguido por la hoja, material muerto, maleza e inflorescencia. El peso de tallo individual y peso de hoja por tallo, no se vieron afectados por los intervalos, sin embargo, en el corte a 35 días se obtuvo un mayor peso de tallo individual respecto al peso de hoja por tallo. Así mismo, este intervalo de corte, supero a los demás en cuanto altura de planta, medida con la regla.

## VI LITERATURA CITADA

- Agrosemillas. (2023).** Alfalfa cuf 101 (*medicago sativa*)  
<https://agrosemillas.com.co/producto/alfalfa-cuf-101-medicago-sativa/> fecha de consulta febrero 2023.
- Alarcón Z. E. T., Galicia. M. J y Espinosa, y Espinosa C. O., (2008).** Manual de Plagas y Enfermedades de la Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Fundación Hidalgo Produce A.C. México. 65 p.
- Alarcón, B., Venegas, M. R., y Cervantes, T. (2012).** Manual para la producción de semilla de alfalfa en el Valle del Mezquital, Hidalgo. México: Fundación Hidalgo Produce AC. 77 p.
- Álvarez-Vázquez P. (2013).** Evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. 79 p.
- Baguet, H. A., Bavera, G. A. (2001).** Fisiología de la planta pastoreada. Universidad Nacional del Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina. 6 p.  
[https://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/00-pastoreo%20sistemas.htm](https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/00-pastoreo%20sistemas.htm)
- Bidwell, R. G. S. (1979).** Fisiología Vegetal. A. G. T. Editor. A. A. México. 784 p.
- Bouton, J. H. (2001).** Alfalfa. In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. 545-547 p.
- Briske, D. D. (1991).** Development morphology and physiology of grasses. In: Grazing Management: an ecological perspective. Heitschmidt, R. K., Stuth J. W. (eds.). Timber Press, Portland, Oregon, USA. 85-108 p.

- Carmona-Canseco, B. (2021).** Comportamiento productivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de rebrote, en el Sureste de Coahuila, México. (Tesis de licenciatura, UAAAN). Repositorio digital de la UAAAN, 56 p.
- Castillon A., Shen H., Huq E. (2007).** Factores de interacción de fitocromos: jugadores centrales en las redes de señalización de luz mediadas por fitocromos. *Tendencias Plant Sci.* Volumen 12, 514–521 p.
- Castro-Martínez, A. M. (2020).** Comportamiento productivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferente edad de cosecha en la estación de primavera. (Tesis de licenciatura, UAAAN), 58 p.
- Chapman, D. F. y Lemaire G. (1993).** Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceedings of the XVII International Grassland Congress.* New Zealand and Australia. 95 -104 p.
- Clavijo, V. E. y Cadena, C. P. (2011).** Producción y calidad nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechadas en distintos estados fenológicos. Universidad de la Salle, (PDF). <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1119&context=zootecnia> (28, febrero, 2021).
- CONABIO. (2022).** Sistemas de información de Organismos vivos Modificados (SIOVM) Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. C von Linne Descripción original de la especie *Medicago sativa*, *Species Plantarum*, Volumen 2 (en línea)  
[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21893\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21893_sg7.pdf)
- Del Pozo, M. (1983).** La Alfalfa. Su Cultivo y Aprovechamiento. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 380 p.
- Delgado, E. I., & Chocarro, G. C. (2020).** La alfalfa. Universitat de Lleida. 364 p.
- Duthil, J. (1989).** Producción de forrajes. Editorial Mundi prensa. Madrid, España. 367 p

- Espinoza, C. J. Ma. y Ramos, G. J. L. (2001).** El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores. No. 22. Fundación Produce de Aguascalientes e INIFAP. Campo Experimental Pabellón. Cirnoc-inifap. (Revisado 27-11-2021).
- Espinoza, C., y Ramos, G. (2001).** El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. Folleto para productores, no. 22. p.11.
- Guevara, J. Ma. De L. (2021).** Acumulación estacional de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L), variedad Premium. (Tesis de licenciatura, UAAAN) repositorio digital UAAAN, 75 p.
- Guo P., Wei H. X., Zhang W. J., Yang B. L., Bao Y. J. (2016).** The dehydration-induced ERECTA gene, MsSIK1, from alfalfa improved water use efficiency in transgenic arabidopsis. *Acta Physiologiae Plantarum* 38 (2), 46 p.
- Hanson, A. A., Barnes, R. D. K. and Hill, A. (1988).** Alfalfa and alfalfa improvent. American Society of Agronomy Inc. Madison, USA. 1084 p.
- Hanson, C. H. (1972).** Alfalfa Science and Technology. American society of agronomy. Robles, S., R. Producción de Granos y Forrajes. 2ª Edición. LIMUSA. México. 592 p.
- Hernández, G. A., Pérez, P. J. y Hernández, J. A. (1993).** Rendimiento y parámetros del crecimiento de la alfalfa con diferentes frecuencias y alturas de cosecha. *Ciencia e Inv. Agr.* Vol. 20. 180-184 p.
- Hernández, G. A.; Martínez, H. P. A.; Zaragoza, E. J.; Vaquera, H. H.; Osnaya, G. H. F.; Joaquín, T. B. M. y Velasco, Z. M. E. (2012).** Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 35. 259-266 p.
- Hernández-Garay A., Pérez P. J. (1999).** Determinación del estado fisiológico óptimo de corte de alfalfa. XIII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. 32 p.

- Hernández-Garay A., Pérez P. J., Hernández G.V.A. (1992).** Crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferentes regímenes de cosecha. *Agrociencia*, Vol 2,131-144 p.
- Hernández-Garay, A. y Martínez, H. P. A. (1997).** Utilización de pasturas tropicales. En Torres H. G. y Díaz, R. P (Eds.) *Producción de ovinos en zonas tropicales*. Fundación Produce-Inifap. 8-24 p.
- Hodgson, J. (1979).** Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*. 11-18 p
- Huang, Z., Liu, Y., Cui, Z., Fang, Y., He, H., Liu, B. R., & Wu, G. L. (2018).** Soil water storage deficit of alfalfa (*Medicago sativa*) grasslands along ages in arid area (China). *Field Crops Research*. 221 p.
- Jiménez, M. A. y Martínez, H. P. A. (1984).** Utilización de praderas. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 85 p.
- Juncafresca, B. (1983).** Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2ª (Ed.). Editorial Aedos Barcelona, España. 203 p.
- Ma, Q., Xu, X., Xie, Y., Huang, T., Wang, W., Zhao, L., & Ma, D. (2021).** Comparative metabolomic analysis of the metabolism pathways under drought stress in alfalfa leaves. *Environmental and Experimental Botany*, Vol, 183; 104-329 p.
- Mendoza, P. S. I. (2008).** Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferente frecuencia de corte. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 287-296 p.
- Mendoza-Pedroza, S. I. (2008).** dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferente frecuencia de corte. (Tesis de maestría, COLPUS) 123 p.

- Muslera, E. (1984).** Praderas y forrajes: Producción y aprovechamiento. Ed. MundiPrensa. Madrid, España. 90-100 p.
- Muslera, P. E. y G. Ratera C. (1991).** Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- Pozo, I. M. D. (1977).** La Alfalfa Su Cultivo y Aprovechamiento. 2ª. Edición Madrid Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Putnam, D.H., Long, R., Reed, B.A., & Williams, W.A. (2001).** Effect of overseeding forages into alfalfa on alfalfa weevil, forage yield and quality. J. Agron. Crop Sci. 75–81 p.
- Quan, W., Liu, X., Wang, H., & Chan, Z. (2016).** Comparative physiological and transcriptional analyses of two contrasting drought tolerant alfalfa varieties. *Frontiers in plant science*, 1256 p.
- Rahmonov, O., Zaurov, D. E., Islamov, B. S., Eisenman, S. W. (2020).** Resources along the Silk Road in Central Asia: *Lagochilus inebrians* Bunge (Turkestan Mint) and *Medicago sativa* L. (Alfalfa). *Natural Products of Silk Road Plants*. 15 p.  
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/97804290615479/resources-along-silk-road-central-asia-lagochilus-inebrians-bunge-turkestan-mint-medicago-sativa-alfalfa-oimahmad-rahmonov-david-zaurov-buston-islamov-sasha-eisenman>
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, SS, Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. y Xu, J. (2019).** Impacto del cambio climático en la adaptación de cultivos y estrategias para abordar su resultado: una revisión. *Plantas*, vol. 8 (2); 34 p.
- Rojas, G. M. (1993).** Fisiología Vegetal Aplicada. 4 a Edición. Editorial Interamericana McGraw-Hill. México. 275 p.

- Rojas-García, AR., Hernández-Garay, A., Cansino, SJ., Maldonado-Peralta, MDLA., Mendoza-Pedroza, SI., Álvarez-Vázquez, P., Joaquín-Torres, B. M. (2016).** Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(8): 1855-1866 p.
- Romero, N. (2011).** Efecto del período de pastoreo y estado de madurez sobre la producción y persistencia de alfalfas con distintos grados de dormancia. Ediciones INTA EEA. INTA Anguil Ing. Agr. Guillermo Covas. 1-20 p.
- Russelle, M.P. (2001).** Alfalfa. *Am. Sci.* 89: 252–261 p.
- Salinas, B. M. y Montes, S. V. J. (1992).** Comportamiento agronómico de doce variedades de alfalfa en Bermejillo Durango. Tesis de Licenciatura. Chapingo, UACH, México. 80 p.
- Sánchez, H. j., & Favela, Ch, D. (2005).** Rendimiento y calidad de la alfalfa mediante la aplicación de fosforo y riego por goteo subsuperficial. (Tesis de licenciatura. UAAAN Unidad Laguna. Torreón, Coahuila). 81 p.
- Santana, O. I., Olmos-Colmenero, J. J., & Wattiaux, M. A. (2019).** Replacing alfalfa hay with triticale hay has minimal effects on lactation performance and nitrogen utilization of dairy cows in a semi-arid region of Mexico. *Journal of dairy science*, 8546-8558 p.
- SIAP (2023).** Alfalfa para consumo humano... ¡no sólo para el ganado! (febrero 2023) obtenido de: <https://www.gob.mx/siap/articulos/alfalfa-para-consumo-humano-no-solo-para-el-ganado>
- Speeding, C. R. W. (1971).** *Grassland ecology*. Claredon press. Oxford, Great Britain. 221 p.
- Tablada, A. Y. (1998).** Comportamiento de una pradera alfalfa-ovillo a diferentes frecuencias de pastoreo con borregos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 76 p.

- Ueno, M. and Smith, D. (1970).** Growth and carbohydrate changes in the root Wood and bark of different sized alfalfa plants during regrowth after cutting. *Crop Science*. 396-399 p.
- Vázquez- Galindo R. G. (2021).** Dinámica de crecimiento de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Cuf-101 a diferentes edades de rebrote. (Tesis de Licenciatura, UAAAN) 72 p.
- Velasco, Z. Ma. E., Hernández, G. A., González, H. V. A., Pérez, P. J., Vaquera, H. H., Galvis, S. A. (2001).** Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis Glomerata* L.). *Técnica Pecuaria en México*.
- Villegas, A. Y., Hernández-Garay, A., Pérez, P. J., C. C., Herrera, H. J., Enríquez, Q. J. y Gómez, V. A. (2004).** Patrones estacionales de crecimiento de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) *Técnica Pecuaria en México*. 145-158 p.
- Viteri, O., y Vitaliano, W. (2019).** Fenología, composición química y manejo de las variedades de alfalfa en el Cantón Riobamba. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado. Lima, Perú. 216 p.
- Yang, F., Feng, L., Liu, Q., Wu, X., Fan, Y., Raza, M. A., & Yang, W. (2018).** Effect of interactions between light intensity and red-to-far-red ratio on the photosynthesis of soybean leaves under shade condition. *Environmental and Experimental Botany*, Vol 150, 79-87 p.
- Zaragoza E. J. A. (2000).** Crecimiento y acumulación de forraje de los pastos Ballico *Lolium perenne* L. y Ovilla *Dactylis glomerata* L. a diferentes frecuencias de corte. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. México. 98 p.

## VII ANEXOS

**Cuadro 2.** Variables estimadas en alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México.

IC	RMS (kg MS ha <sup>-1</sup> )	R:H/T
CTE	6859 <sup>B</sup>	1.1 <sup>A</sup>
CME	10073 <sup>AB</sup>	0.9 <sup>AB</sup>
CTA	11208 <sup>A</sup>	0.8 <sup>B</sup>
Pr > F	0.05	0.11
EEM	1263	0.11
DMS	3676	0.32

Medias con las mismas literal mayúscula en la misma columna no difieren estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Sig= Significa, EEM= Error estándar de la media, DMS=Diferencia mínima significativa, IC=Intervalos de corte, RMS=Rendimiento de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>), R:H/T= Relación hoja-tallo, CTE= Corte temprano (21 días), CME= Corte medio (28 días), CTA=Corte tardío (35 días).

**Cuadro 3.** Composición botánica morfológica (%) de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México.

IC	Hoja	Tallo	MM	Infl	Maleza	Pr > F	EEM	DMS
CTE	48 <sup>Aa</sup>	43 <sup>Ba</sup>	6 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Cc</sup>	3 <sup>Acb</sup>	<.0001	2.01	5.68
CME	44 <sup>Aa</sup>	49 <sup>Aa</sup>	4 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Bb</sup>	2 <sup>Ab</sup>	<.0001	2.19	6.19
CTA	40 <sup>Ab</sup>	52 <sup>Aa</sup>	3 <sup>Ac</sup>	3 <sup>Ac</sup>	1 <sup>Ac</sup>	<.0001	3.26	9.20
Pr > F	0.216	0.024	0.667	0.008	0.902			
EEM	3.488	2.027	2.223	0.408	2.768			
DMS	10.15	5.900	6.470	1.188	8.057			

Medias con las mismas literal mayúscula en la misma columna y medias con las mismas laterales minúsculas en la misma fila no difieren estadísticamente ( $P>0.05$ ). Sig= Significa, EEM= Error estándar de la media, DMS= Diferencia mínima significativa, IC= Intervalos de corte, CTE= Corte temprano (21 días), CME= Corte medio (28 días), CTA= Corte tardío (35 días), MM= Materia muerta e Infl= Inflorescencia.

**Cuadro 4.** Composición botánica morfológica (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México.

IC	Hoja	Tallo	MM	Infl	Maleza	Pr > F	EEM
CTE	3338 <sup>Aa</sup>	2949 <sup>Bb</sup>	380 <sup>Ac</sup>	0 <sup>Bd</sup>	191 <sup>Adc</sup>	<.0001	114.92
CME	4396 <sup>Aa</sup>	5121 <sup>Aa</sup>	265 <sup>Ab</sup>	168 <sup>ABb</sup>	124 <sup>Ab</sup>	<.0001	686.25
CTA	4388 <sup>Ab</sup>	5960 <sup>Aa</sup>	413 <sup>Ac</sup>	36 <sup>Ac</sup>	87 <sup>Ac</sup>	<.0001	318.64
Pr > F	0.15	0.03	0.83	0.01	0.76		
EEM	548.22	720.90	230.15	66.25	179.53		
DMS	1595.3	2097.8	669.73	192.79	522.42		

Medias con las mismas literal mayúscula en la misma columna y medias con las mismas laterales minúsculas en la misma fila no difieren estadísticamente ( $p>0.05$ ). Sig= Significa, EEM= Error estándar de la media, DMS= Diferencia mínima significativa, IC= Intervalos de corte, CTE= Corte temprano (21 días), CME= Corte medio (28 días), CTA= Corte tardío (35 días). MM= Materia muerta e Infl= Inflorescencia.

**Cuadro 5.** Peso de tallo individual y peso de hoja por tallo (g MS tallo<sup>-1</sup>) de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México.

IC	PTI	PTH	Pr > F	EEM	DMS
CTE	0.37 <sup>Aa</sup>	0.29 <sup>Aa</sup>	0.05	0.02	0.1
CME	0.53 <sup>Aa</sup>	0.31 <sup>Aa</sup>	0.11	0.05	0.18
CTA	0.66 <sup>Aa</sup>	0.32 <sup>Ab</sup>	0.05	0.04	0.16
Pr > F	0.22	0.26			
EEM	0.11	0.05			
DMS	0.34	0.17			

Medias con las mismas literal mayúscula en la misma columna y medias con las mismas laterales minúsculas en la misma fila no difieren estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Sig= Significa, EEM= Error estándar de la media, DMS= Diferencia mínima significativa, IC= intervalos de corte, CTE= Corte temprano, (21 días) CME= Corte medio (28 días), CTA= Corte tardío (35 días), PTI= Peso de tallo individual y PHT= Peso de hoja por tallo.

**Cuadro 6.** Alturas (cm) con el método regla y el método plato de alfalfa variedad Cuf-101 cosechada a diferentes intervalos de cortes en la estación de primavera en el sureste de Saltillo, Coahuila, México.

IC	AR	AP	Pr > F	EEM	DMS
CTE	31 <sup>Ca</sup>	6 <sup>Bb</sup>	0.01	1.87	6.57
CME	45 <sup>Ba</sup>	12 <sup>Bb</sup>	0.05	1.77	6.25
CTA	62 <sup>Aa</sup>	13 <sup>Ab</sup>	0.02	4.49	15.78
Pr > F	0.02	0.04			
EEM	3.15	1.94			
DMS	9.17	5.65			

Medias con las mismas literal mayúscula en la misma columna y medias con las mismas laterales minúsculas en la misma fila no difieren estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Sig= Significa, EEM= Error estándar de la media, DMS= Diferencia mínima significativa, IC= Intervalos de corte, CTE= Corte temprano (21 días), CME= Corte medio (28 días), CTA= Corte tardío (35 días), AR= Altura regla y AP= Altura plato.