

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



**Acumulación estacional de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L),  
variedad Premium**

Por:

**MA. DE LOURDES GUEVARA JAIME**

TESIS

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Saltillo, Coahuila, México, diciembre de 2021.

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

**Acumulación estacional de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.)  
variedad Premium**

POR:


**Ma. de Lourdes Guevara Jaime**

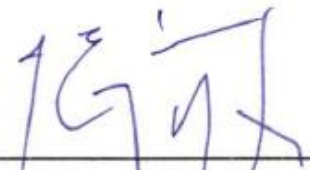
TESIS


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


**INGENIERÍA AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez  
Asesor principal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Eduardo García Martínez  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Antonio Flores Naveda  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Neymar Camposeco Montejo  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Duñez Alaníz  
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México, diciembre 2021.

## DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, diciembre de 2021.

DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado "Acumulación estacional de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium" 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 del mismo, ni a un nuevo envío.

Ma. de Lourdes Guevara Jaime

---

Nombre



---

Firma

## RESUMEN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una de las leguminosas más utilizadas para la alimentación del ganado bovino, en las regiones áridas y semiáridas de México. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las variables que determinan el crecimiento y rendimiento de alfalfa var. Premium en las estaciones de primavera y verano, cosechada días después del rebrote. Las variables evaluadas fueron rendimiento de forraje (RF), composición botánica y morfológica (CBM), tasa de crecimiento (TC), relación hoja:tallo (R:H/T), altura de la planta (AP) y radiación interceptada (RI). Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. La fuente de variación fueron las estaciones de primavera y verano, y los días de rebrote (DDR). Los resultados de RF indican que conforme avanzó la edad de rebrote, se incrementó la producción de forraje, siendo superior en promedio en primavera, obteniendo el mayor rendimiento a los 49 DDR de 4,768 kg MS ha<sup>-1</sup>, respecto a verano. La CBM en primavera la hoja, registro mayor aporte con 53%, a los 49 DDR alcanzo el más alto valor con 1,997 kg MS ha<sup>-1</sup>, contra 44 % en verano, en donde el % de tallo fue de 50 % de la composición de la planta correspondió a 2,125 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 35 DDR. La TC fue 35 % superior primavera a verano, con el valor más alto a los 21 DDR con 102 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. Para la R:H/T en ambas estaciones, mostro un comportamiento decreciente, siendo mayor a los 7 DDR con 2.4 en primavera y 1.4 en verano. La AP fue superior en verano, siendo la máxima a los 28 DDR y a los 49 DDR en primavera. La LI fue superior en verano en un 11.76 % obteniendo los máximos valores en primavera a los 28 y 35 DDR con 86 %, contra 99 % a los 21 DDR en verano. En conclusión, en primavera fue mayor el rendimiento de forraje y la hoja fue el componente que más porte hizo, siendo a los 35 días de rebrote donde se encontraron las mejores características morfológicas para la cosecha de la alfalfa var. Premium.

**Palabras clave:** *Medicago sativa* L., rendimiento de forraje estacional, días de rebrote, composición botánica y morfológica.

## ABSTRACT

Lucerne (*Medicago sativa* L.) is one of the legumes most used for feeding cattle in the arid and semi-arid regions of Mexico. The objective of this work was to evaluate the variables that determine the growth and yield of alfalfa var. Premium in the spring and summer seasons, harvested days after regrowth. The variables evaluated were forage yield (RF), botanical and morphological composition (CBM), growth rate (TC), leaf: stem ratio (R:H / T), plant height (AP) and intercepted radiation (RI). A completely randomized design was used, with three replications. The source of variation was the spring and summer seasons, and regrowth days (RDD). The RF results indicate that as the regrowth age advanced, forage production increased, being higher on average in spring, obtaining the highest yield at 49 RDD of 4.768 kg DM ha<sup>-1</sup>, compared to summer. The CBM in spring the leaf, record the highest contribution with 53%, at 49 RDD it reached the highest value with 1,997 kg DM ha<sup>-1</sup>, against 44% in summer, where the% of stem was 50% of the composition of the plant corresponded to 2,125 kg DM ha<sup>-1</sup> at 35 RDD. The TC was 35% higher spring to summer, with the highest value at 21 RDD with 102 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. For the R:H/T in both seasons, it showed a decreasing behavior, being greater than 7 RDD with 2.4 in spring and 1.4 in summer. The AP was higher in summer, being the maximum at 28 RDD and 49 RDD in spring. The LI was higher in summer by 11.76%, obtaining the maximum values in spring at 28 and 35 RDD with 86%, against 99% at 21 RDD in summer. In conclusion, in spring the forage yield was higher and the leaf was the component that grew the most, being at 35 days of regrowth where the best morphological characteristics were found for the harvest of alfalfa var. Premium.

**Keywords:** *Medicago sativa* L., seasonal forage yield, regrowth days, botanical and morphological composition.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a **DIOS** por no soltarme de la mano y guiarme siempre, por acompañarme y darme la fortaleza y voluntad a lo largo de mi carrera, por darme la vida, a mi familia y todas las oportunidades para salir adelante.

A mi “ALMA TERRA MATER” la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por ser mi segundo hogar, quien me brindo todas las herramientas para mi desarrollo profesional.

A mi madre **Teresa Jaime Guevara**, por su incansable labor al educar a mis hermanos y a mí, por ser mi ejemplo por seguir y motivarme día a día a salir adelante y brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios, por sus muestras de amor y confianza, por todos sus consejos.

A mi padre **José Guevara Gutiérrez** <sup>(+)</sup>, aunque ya no está en este plano, su amor seguirá conmigo todos los días de mi vida.

A mis hermanos **Angélica, Alejandro, Noemí, Teresa, José Alberto, Jorge y Eduardo Guevara Jaime**, por aportar su granito de arena en su momento, sus consejos, su cooperación, todo su cariño y apoyo, por ser los impulsores de mis sueños y locuras.

A la **familia Espinoza Saucedo**, por todo el apoyo que me ha brindado, por su hospitalidad, calidez, sus consejos, sus regaños, por todos los buenos momentos.

Al **Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez**, principalmente por toda la paciencia que me ha tenido, por darme la oportunidad de ser una más de sus tesis, por confiar en mí, por todo el apoyo que me brinda. Por compartir sus conocimientos y por todo el tiempo dedicado, ya que gracias a su apoyo se culmina esta nueva etapa.

Al Dr. **Juan Antonio Encina Domínguez**, por todos sus consejos, sus enseñanzas y todo el apoyo que me ha brindado.

A mis amigos y compañeros de generación **Rafael Moran Espinosa y Elizabeth Moreno Hernández**, gracias por estar ahí a lo largo de toda la carrera, en las buenas, y en las malas... **Mariana Ugalde, Rosa Guadalupe Vázquez, Miranda Rojas, Viviana Rodríguez, Lizbeth Hernández, Raúl de la Peña**, por ser parte de momentos de dicha, así como sufrimiento a lo largo de la carrera.

## DEDICATORIA

Considero que no habría paginas suficientes para mostrar mi agradecimiento a todas las personas que de alguna manera se han visto involucradas en este gran logro, sin embargo, lo dedico de manera muy especial a mi madre y hermanos quienes con su esfuerzo y dedicación me han ayudado a culminar mi carrera universitaria y me brindaron el apoyo suficiente para no decaer ante ninguna circunstancia.

De igual manera agradezco a mi asesor de tesis el Dr. Perpetuo Álvarez, ya que gracias a sus consejos y debidas correcciones ha sido posible la culminación de este trabajo. Gracias por su paciencia.

A mis profesores, gracias por todo el apoyo, por sus consejos y todos los conocimientos brindados.

A mis amigos y conocidos que han llegado a mi vida a lo largo de esta travesía, y que han sido participes de este logro.



## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 OBJETIVOS .....	8
1.1.1 Objetivo general .....	8
1.1.2 Objetivos particulares.....	8
1.2 HIPÓTESIS .....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	9
2.1 Origen y usos de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.).....	9
2.2 Importancia económica mundial y nacional.....	9
2.3 Taxonomía de la alfalfa .....	12
2.4 Descripción morfológica .....	12
2.5 Factores climáticos que afectan el crecimiento y producción de forrajes .....	13
2.5.1 Radiación solar .....	13
2.5.2 Temperatura .....	14
2.5.3 Humedad .....	15
2.6 Factores edáficos que afectan el crecimiento y producción de forraje .....	15
2.6.1 Suelo.....	15
2.6.2 Fertilización .....	16
2.6.3 pH de suelo.....	17

2.7 Factores que afectan el rebrote de los forrajes .....	17
2.7.1 Índice de área foliar.....	18
2.7.2 Meristemas de crecimiento .....	18
2.7.3 Reservas de carbohidratos .....	19
2.7.4 Frecuencia e intensidad de corte .....	20
2.8 Producción estacional de forrajes .....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Descripción del sitio experimental .....	23
3.2 Condiciones del clima durante el experimento .....	23
3.3 Manejo de las parcelas experimentales .....	24
3.4 Tratamientos y diseño experimental.....	25
3.5 Variables evaluadas .....	25
3.5.1 Rendimiento de forraje.....	25
3.5.2 Composición botánica y morfológica.....	25
3.5.3 Tasa de crecimiento de forraje.....	26
3.5.4 Relación hoja:tallo (R: H/T) .....	26
3.5.5 Altura de planta .....	27
3.5.6 Radiación interceptada .....	27
3.6 Análisis estadístico .....	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29

4.1 Rendimiento de forraje .....	29
4.2 Composición botánica y morfológica .....	30
4.3 Tasa de Crecimiento de forraje .....	35
4.4 Relación hoja:tallo .....	36
4.5 Altura de planta .....	38
4.6 Radiación interceptada.....	39
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. LITERATURA CITADA.....	42
VII. ANEXOS .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Anuario estadístico de la producción agrícola de alfalfa en México. ....	10
<b>Cuadro 2.</b> Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima registrada en el periodo de siete semanas durante el periodo experimental (04 de mayo a 22 de junio de 2019 y 03 de agosto a 21 de septiembre), correspondientes a primavera (P) y verano (V). ....	24
<b>Cuadro 3.</b> Rendimiento de forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) variedad Premium cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	30
<b>Cuadro 4.</b> Tasa de crecimiento (kg MS ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	36
<b>Cuadro 5.</b> Relación hoja:tallo de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.), var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019. .	37
<b>Cuadro 6.</b> Altura de planta (cm) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	38
<b>Cuadro 7.</b> Radiación interceptada (%) en alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	40
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de varianza del rendimiento de forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	52

<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza de la aportación de hoja (%) al rendimiento de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	53
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de varianza de la aportación de tallo (%) al rendimiento de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	54
<b>Cuadro 11.</b> Análisis de varianza de la aportación de material muerto (%) al rendimiento de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	55
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza de la aportación de maleza (%) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019. ....	56
<b>Cuadro 13.</b> Análisis de varianza de la aportación de inflorescencia (%) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	57
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de varianza del rendimiento de hoja (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	58
<b>Cuadro 15.</b> Análisis de varianza del rendimiento de tallo (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	59
<b>Cuadro 16.</b> Análisis de varianza del rendimiento de material muerto (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	60

<b>Cuadro 17.</b> Análisis de varianza del rendimiento de maleza (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	61
<b>Cuadro 18.</b> Análisis de varianza del rendimiento de Inflorescencia (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	62
<b>Cuadro 19.</b> Análisis de varianza de la tasa de crecimiento del forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	63
<b>Cuadro 20.</b> Análisis de varianza de la relación hoja:tallo de forraje de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019. ....	64
<b>Cuadro 21.</b> Análisis de varianza de la altura de planta (cm) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	65
<b>Cuadro 22.</b> Análisis de varianza del porcentaje de luz interceptada (%) de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Cambios en aporte al rendimiento de forraje de los componentes botánicos-morfológicos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium, cosechada a diferentes edades de rebrote en las estaciones de primavera y verano 2019. ....33
- Figura 2.** Cambios en aporte al rendimiento de forraje de los componentes botánicos-morfológicos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium, cosechada a diferentes edades de rebrote en las estaciones de primavera y verano 2019. ....34

## I. INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una planta con altos niveles de proteína y minerales, la cual presenta una gran palatabilidad y alta digestibilidad en un gran número de animales (Odorizzi, 2015). En México, se presenta regiones con variabilidad climática y edafológica, que conlleva en la variabilidad de la producción de forraje, aunado a la respuesta en el manejo (Castro *et al.*, 2012). Es conveniente evaluar el comportamiento productivo en la producción de una especie forrajera, con lo cual será posible conocer la estacionalidad, disponibilidad y búsqueda de estrategias de manejo en la producción animal (Maass *et al.*, 2015 y Garay *et al.*, 2018). El rendimiento y persistencia de una pradera depende del manejo que se practique, el cual influye en su dinámica de crecimiento, viéndose reflejado en los cambios en la población y tamaño de los tallos, relacionados de manera estrecha con la tasa de aparición, elongación y vida media de las hojas (Hernández y Martínez, 1997; Matthew *et al.*, 2001; Rojas *et al.*, 2016). Al tener conocimiento de la estacionalidad en la producción y calidad de forraje, será posible detectar temporadas de abundancia y escasez, así como la magnitud de estas. Cuando se realiza el análisis de crecimiento de una especie, se puede determinar el manejo estacional de la defoliación que ayuda a maximizar la producción de forraje y la producción animal, con el menor deterioro de las praderas (Hodgson, 1990; Hernández y Martínez, 1997). La frecuencia e intensidad de corte de la alfalfa se debe definir en base al estado de desarrollo de la planta (Mendoza *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2012). Por otra parte, Villegas *et al.* (2004) indicaron que el rendimiento de un cultivo depende de factores genéticos y ambientales. Por lo cual la adaptación y el rendimiento mayores de alfalfa en regiones templadas son requisito para obtener los beneficios económicos máximos, pues se evita que los productores tengan incertidumbre al sembrarlas. En la actualidad los programas de mejoramiento de alfalfa se han asociado al aumento del rendimiento, y la calidad del forraje, la resistencia a los factores estresantes bióticos y abióticos y a la falta de agua (Hawkins y Long, 2018). Si se considera la producción por unidad de área y tiempo, el sistema de intercultivos puede ser otra forma de mejorar la rentabilidad (Calviño *et al.*, 2005)



## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

Determinar la acumulación de materia seca, en las estaciones de primavera y verano de alfalfa, var. Premium cosechada días después del rebrote.

### **1.1.2 Objetivos particulares**

Determinar el rendimiento de forraje, tasa de crecimiento, relación hoja:tallo, altura de planta, y radiación interceptada de alfalfa (*Medicago sativa* L.), var. Premium durante las estaciones de primavera y verano, con la finalidad de definir el momento óptimo de cosecha.

Estimar la aportación de los componentes morfológicos y botánicos al rendimiento total de una pradera de alfalfa var. Permium, en las estaciones de primavera y verano.

## **1.2 HIPÓTESIS**

A medida que aumenta la edad de rebrote se incrementa el rendimiento de forraje, la altura de la planta, la radiación interceptada, peso del tallo, mientras que, por otro lado, disminuye la relación hoja:tallo.

Durante la estación de primavera, hay una mayor producción de biomasa, dadas las condiciones del clima que favorecen el crecimiento de la alfalfa.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Origen y usos de la alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Es nativa del suroeste de Asia (Asia Menor), se sabe que fue cultivada por primera vez en las tierras del actual Irán y llevadas a Grecia hacia el 490 a.C., posteriormente paso a los países europeos y fue introducida a América por españoles durante la conquista (Guaytarilla y Caden, 2005). Mencionan Hughes *et al.* (1984) que en el año de 1854 fue llevada a Norteamérica, a los estados de California, Nuevo México y Arizona, en donde tuvo poca importancia ya que las bajas temperaturas hacían muy riesgoso su cultivo. En la actualidad hay variedades locales en Medio Oriente, en las cuales se han ido seleccionando los genotipos nativos, los cuales se han conservado por sus características deseables, representando una reserva de recursos genéticos para su mejoramiento (Sabanci *et al.*, 2013). También, es utilizada para mejorar la cubierta vegetal, previene la erosión del suelo y contribuye a la sostenibilidad de la agricultura y la ganadería, mediante la incorporación de hidrogeno al suelo (Chen *et al.*, 2012). Se continua con investigación para seleccionar genotipos de alfalfa que tengan, además de resistencia genética a la sequía y calor, alto rendimiento y calidad de forraje (Luna *et al.*, 2018).

### 2.2 Importancia económica mundial y nacional

La alfalfa (*Medicago Sativa* L.) es conocida como la reina de los forrajes (Bouton, 2012), ya que es la leguminosa forrajera con mayor importancia en el mundo, se cultiva en más de 30 millones de has (Michaud *et al.*, 1998). En USA es el cultivo más valorado, después del maíz, la soja y el trigo (Annicchiarico *et al.*, 2015). Los principales importadores mundiales de alfalfa son Japón, China, Corea. Arabia Saudita y Emiratos Árabes Unidos. Mientras que los principales exportadores son Estados Unidos, España, Australia (INTA, 2018). En América del Sur, se cultivan más de 4 millones de has, siendo

Argentina el principal productor (3,2 millones de has), le siguen Chile y Perú con (120.000 has) cada uno, y Uruguay (70.000 has) (Vilela *et al.*, 2018).

La alfalfa, es una de las leguminosas más utilizadas para la alimentación del ganado bovino en las regiones áridas y semiáridas de México (Mendoza *et al.*, 2010). En 2018, se produjeron 33.6 millones de toneladas en el país (SIAP, 2018). De acuerdo con el SADER (2020) a nivel nacional el estado de Hidalgo es el segundo productor de alfalfa, aportando más de 4.5 millones de toneladas siendo la región del valle del mezquital la de mayor producción, se comercializa como alimento del ganado y genera un valor de producción de 1,464 millones de pesos. Chihuahua, ocupa el primer lugar donde su producción nacional promedio anual en los últimos 10 años alcanzo los 30 millones 950 mil toneladas de alfalfa, lo que complementa los requerimientos de forraje para el ganado mexicano. Este estado es considerado apto para alcanzar rendimientos potenciales de nivel medio, es decir de 35 a 45 ton MS ha<sup>-1</sup> hasta un nivel alto de 46 a 60 ton MS ha<sup>-1</sup>; siempre y cuando se aplique un paquete tecnológico adecuado (Núñez *et al.*, 2000). En el Cuadro 1, se muestran los valores de la producción de alfalfa a nivel nacional en México durante el año 2019.

**Cuadro 1.** Anuario estadístico de la producción agrícola de alfalfa en México.

Entidad	Superficie		Valor Producción
	(ha)		(miles de Pesos)
	Sembrada	Cosechada	
1 Aguascalientes	128,200	92,946	3,554,278
2 Baja California	180,286	171,330	21,603,983
Baja California			
3 Sur	40,884	36,784	5,908,186
4 Campeche	340,211	322,555	5,625,745
5 Coahuila	252,042	238,990	8,475,777

6	Colima	162,078	160,992	8,033,289
7	Chiapas	1,360,320	1,308,287	18,631,318
8	Chihuahua	1,035,726	997,402	46,231,094
	Ciudad de			
9	México	15,693	15,544	1,642,633
10	Durango	576,413	565,360	9,267,551
11	Guanajuato	948,240	910,744	31,892,995
12	Guerrero	901,757	849,657	16,269,799
13	Hidalgo	529,426	479,436	8,019,459
14	Jalisco	1,649,785	1,584,685	77,237,885
15	México	747,236	735,570	23,682,484
16	Michoacán	1,119,160	1,055,222	96,840,087
17	Morelos	137,165	134,069	8,699,722
18	Nayarit	370,354	345,921	11,991,201
19	Nuevo León	329,962	327,182	5,594,149
20	Oaxaca	1,253,544	1,175,700	19,115,504
21	Puebla	939,313	903,617	18,487,034
22	Querétaro	136,967	113,830	4,242,864
23	Quintana Roo	117,653	94,213	2,946,163
	San Luis			
24	Potosí	638,352	455,369	17,286,893
25	Sinaloa	1,058,758	1,041,488	62,011,082
26	Sonora	603,470	591,006	48,119,075
27	Tabasco	265,694	241,980	7,331,371
28	Tamaulipas	1,326,366	1,253,594	18,355,851
29	Tlaxcala	234,656	234,310	3,165,827
30	Veracruz	1,514,803	1,383,894	44,478,018
31	Yucatán	698,689	692,963	5,396,752
32	Zacatecas	1,051,224	847,023	18,490,778

---

---

<b>Total</b>	<b>20,664,424</b>	<b>19,361,663</b>	<b>678,628,845</b>
--------------	-------------------	-------------------	--------------------

---

SIAP, 2019. Producción Agrícola, Ciclos – Perennes.

Fuente: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

### 2.3 Taxonomía de la alfalfa

- Reino: Vegetal
  - División: Magnoliophita
    - Clase: Magnoliopsida
      - Subclase: Rosidae
        - Orden: Fabales
          - Familia: Leguminosae
            - Subfamilia: Papilionoideae
              - Tribu: Trifolieae
                - Género: Medicago
                - Especie: Sativa

Fuente: Rosado (2011).

### 2.4 Descripción morfológica

Se trata de una gramínea herbácea de porte erecto y semi-erecto, de tallos ramificados, pubescentes a glabras, alcanza hasta 1 m. de altura, es una planta perenne. Cuenta con una raíz pivotante que alcanza varios metros. Como el sistema radicular es profundo posee capacidad para utilizar agua a grandes profundidades del suelo, esta cualidad permite a la alfalfa tolerar las condiciones de sequía donde otras especies no podrán sobrevivir. A nivel de las raíces secundarias presentan nodulaciones de actividad simbiótica con microorganismos fijadores de nitrógeno menciona (Bustillo, 1995). La corona es una estructura que se desarrolla por debajo del suelo y está ubicada por encima de la raíz. Es ahí en donde se forma el rebrote basal de la planta, dando origen a los tallos principales y secundarios, siendo esto el brote de la planta. En cultivos ya

establecidos, los nuevos retoños se originan desde la corona, originando tallos con mayor vigor (Soriano, 2003).

Presenta hojas trifolioladas, 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). La raíz, penetra el suelo más que ninguna otra herbácea, 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). Las flores son de color azul o púrpura, esto depende de la variedad (Del Pozo, 1983), el fruto es una vaina, la cual se presenta en espiral, sin espinas, contienen de 2 y 6 semillas amarillentas y reniformes, de 1.5 a 2.5 mm de longitud (Infoagro, 2015).

## **2.5 Factores climáticos que afectan el crecimiento y producción de forrajes**

Existe una gran variedad del género *Medicago* y es *Medicago sativa* L., la cual brinda distintas posibilidades de producción en variados ambientes, se adapta a un rango altitudinal de los 700 a los 2800 msnm. Cuenta además con un amplio rango climático, debido a la alta tolerancia al calor, además de resistencia a la sequía, así como a las bajas temperaturas durante el invierno (Casler y Undersander, 2019).

### **2.5.1 Radiación solar**

La variación estacional del rendimiento de forraje depende de manera directa de la radiación solar, ya que durante la estación de verano se lleva a cabo la mayor producción en climas templados, debido a que en esta estación la cantidad de radiación solar es mayor, y permite, un mayor crecimiento de la planta, influyendo de manera favorable sobre la fotosíntesis, lo que contribuye a una mayor producción de biomasa (Zaragoza, 2000). Durante el proceso de fotosíntesis, el crecimiento de una planta es abastecido por la energía en forma de azúcares simples, cuando la clorofila de la hoja verde es expuesta a la luz solar. La cantidad de luz interceptada será mayor, al igual que

la tasa de crecimiento a medida que el IAF aumenta (Hodgson, 1990; Horrocks y Vallentine, 1999).

A medida que aumenta el área foliar, la cantidad de luz interceptada será mayor, y, por lo tanto, el crecimiento de la pradera será mayor (Hodgson, 1990). Las plantas forrajeras perennes en praderas están expuestas a variaciones tanto diarias como estacionales en la cantidad de radiación solar (400 y 700 nm) incidiendo sobre el tejido fotosintéticamente activo, produciendo variaciones en la tasa de fotosíntesis y consecuentemente en la acumulación de materia seca (Hodgson (1990). Da Silva *et al.* (2008) y Da Silva y Hernández (2010) consignan que cuando las praderas perennes, tropicales y templadas, interceptan el 95% de la radiación incidente sobre ellas es el momento óptimo para su cosecha.

### **2.5.2 Temperatura**

Es importante mencionar en un principio que es necesario considerar la temperatura desde que la semilla comienza a germinar, esto es de 2 a 3 °C, siempre y cuando los factores de humedad, fertilización y de mas no actúen como limitantes. A medida que la temperatura sea más alta, la germinación será más rápida, alcanzando un óptimo a los 28 -30 °C (Muslera y Ratera, 1991). De acuerdo con Del Pozo e Ibáñez (1983) durante el crecimiento y la producción de forraje la planta tendrá distintos requerimientos, durante los meses fríos de invierno, la alfalfa detiene su crecimiento, sin embargo, algunas variedades, toleran sin dificultad, temperaturas bajas de hasta 10 y 15 °C bajo cero. La temperatura varia durante la estación de crecimiento e influye en la morfología de la alfalfa, por lo que es considerada como una especie de día largo y la floración es mayor en regiones con fotoperiodo superior a 12 horas (Muslera y Ratera, 1991; Horrocks y Vallentine, 1999).

### **2.5.3 Humedad**

Se considera a la alfalfa como una planta que resiste a la sequía (Demin y Aguilera, 2012). Naturalmente las condiciones del clima determinaran la cantidad de agua necesaria para un desarrollo óptimo de esta especie (Espinoza y Ramos, 2001). Se considera que para obtener un kilogramo de biomasa de alfalfa requiere de 215 litros de agua (Pedroza *et al.*, 2014). Lo anterior se ve reflejado en un estrés hídrico y el estrés por temperaturas altas o calor, que son algunos de los factores abióticos más desfavorables. Por lo tanto, los requerimientos hídricos dependerán de distintas variables como el clima, la temperatura, el viento, la humedad ambiental y el suelo (Espinoza y Ramos, 2001). La alfalfa requiere de 215 litros de agua para obtener un kilogramo de biomasa (Pedroza *et al.*, 2014). De acuerdo con Altamirano (2009) la planta necesita riegos de 600 m<sup>3</sup>/ha cada mes. En invierno llega a tolerar el encharcamiento por periodos reducidos, si el tiempo se prolonga por más de dos o tres días, o se encuentra el cultivo en plena estación productiva, los rendimientos descenderán rápidamente, debido al alto porcentaje de muerte al no poder respirar las raíces (Del Pozo e Ibáñez 1983; Juncafresca, 1983; Muslera y Ratera, 1991).

## **2.6 Factores edáficos que afectan el crecimiento y producción de forraje**

### **2.6.1 Suelo**

Son necesarios suelos con textura media, profundos y con buen drenaje, esto para permitir a la planta expresar su potencial de rendimiento (Salinas, 2005). En terrenos arcillosos, siempre existe peligro de perder el cultivo durante la etapa de establecimiento, a causa de la formación de costras solidas que retienen la emergencia de las plántulas, de igual manera en un suelo compacto, bajo condiciones de extrema sequía, dificulta la respiración de las raíces y pone en riesgo la vida de la planta (Muslera y Ratera, 1991). Se ha determinado que la profundidad del suelo tiene un efecto directo sobre el rendimiento de la especie forrajera, siendo inversamente proporcional, es decir, que a



menores profundidades de suelo el rendimiento de alfalfa es menor, de esta forma, para lograr una alta producción, es necesario la utilización de suelos con profundidad superior o igual a 40 cm (Espinoza y Ramos, 2001). La alfalfa tolera la sequía debido al gran desarrollo radical que puede llegar a adquirir, razón por la cual, extrae el agua que necesita de las capas más profundas del suelo (Muslera y Ratera, 1991). Lo anterior sería complicado al existir una capa impermeable o la roca madre muy a flor de la tierra. Las raíces no pueden alcanzar la profundidad necesaria para absorber el agua, y su vida en periodo de escasez se vuelve muy precaria, como resultado de la baja cantidad de agua que puede almacenarse en el suelo (Espinoza y Ramos, 2001).

### **2.6.2 Fertilización**

La alfalfa únicamente necesita un poco de nitrógeno en su etapa inicial hasta que se forman los nódulos de *Rhizobium*; por otra parte, es importante el aporte de fósforo y potasio en este periodo, llegando a requerir de 100 a 300 Kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, de 100 a 500 kg ha<sup>-1</sup> de potasio y únicamente de 20 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (Rodríguez, 1989). Es necesaria la absorción de elementos mayores y menores para un buen desarrollo, siendo los más importantes: Potasio, Fósforo, Nitrógeno, Calcio, Magnesio, Azufre, Boro, Cobre, Zinc, Hierro y Magnesio, de los cuales los más requeridos en gran cantidad y en orden de importancia son Fósforo, Potasio y Nitrógeno (Del Pozo e Ibañez, 1983; Rodríguez, 1989). Las aplicaciones nitrogenadas, solo favorecen el crecimiento de maleza y de pastos invasores del cultivo, lo cual se traduce en una competencia con plantas indeseables, por lo cual no es recomendable la aplicación de Nitrógeno en la etapa de producción (Espinoza y Ramos, 2001). De acuerdo con Tovar (2006), para las leguminosas y especialmente en esta especie, cuando se realizan prácticas como la inoculación, fertilización y encalado, aumenta el rendimiento, además de incrementar el contenido de P y N en el forraje. Por pertenecer a la familia de las fabaceae, realiza un notable consumo de Ca y Mg, los cuales, de contenerlos el suelo en proporciones suficientes para el requerimiento de la planta, únicamente será necesario agregar fertilizantes fosfatados y potásicos (Juncafranca, 1983). En suelos ácidos es necesario

aplicar cal y P con la finalidad de incrementar el rendimiento de forraje y su persistencia (Soto *et al.*, 2004).

### **2.6.3 pH de suelo**

Además, se adapta a suelos profundos, bien drenados, alcalinos, con salinidad moderada, el pH menor a 5 limita su crecimiento, tiene grandes requerimientos de Ca y Mg (Juncafresca, 1983). Probablemente la acidez es uno de los factores más trascendentales para la limitación al área de cultivo en todo el mundo. El pH óptimo para la alfalfa es de 7.2 (Muslera y Ratera, 1991), por lo que es necesario recurrir a encalados siempre que el pH sea menor de 6.8 (Soto *et al.*, 2004). El valor óptimo de la alfalfa es neutro, por lo tanto, será más tolerante a la alcalinidad que a la acidez (Muslera y Ratera, 1991), por otro lado, cuando la alcalinidad alcanza valores altos, se reduce la disponibilidad de ciertos elementos como el fósforo, hierro, manganeso, boro y zinc, alcanzando límites inadecuados para la vida de la planta (Rodríguez, 1989).

### **2.7 Factores que afectan el rebrote de los forrajes**

El rebrote es el material nuevo que se acumula en el tiempo, sobre el nivel del suelo, después de una cosecha total o parcial (Hunt, 1990). Después de la cosecha, el rebrote de las especies forrajeras ocurre por translocación de carbohidratos de las raíces y base del tallo a meristemas aéreos remanentes; de esta manera, en algunas especies, los cortes severos reducen de manera considerable la disponibilidad de carbohidratos, provocando que la tasa de rebrote sea lenta permitiendo la invasión de maleza (Muslera y Ratera, 1991; Hernández y Martínez, 1997). Dentro de los factores fisiológicos que determinan la capacidad de rebrote se encuentra la reserva de carbohidratos presentes en la raíz, el área foliar remanente y la cantidad de meristemas de crecimiento presentes, en relación con la cantidad de hojas disponibles, que dan lugar a la fotosíntesis, para el inicio del almacenaje de energía, por lo que la cosecha de forraje es la acción más importante sobre la planta forrajera, ya que además de reducir el área foliar, tendrá efecto

directo en el contenido de carbohidratos y crecimiento de la raíz y tallo, alterando a la par el microambiente, en especial la penetración de la luz, temperatura y humedad del suelo, resultando reflejado en el crecimiento de las plantas (Chapman, 1993).

### **2.7.1 Índice de área foliar**

Es la relación entre la superficie de las hojas presentes por unidad de área de suelo. El cual varía entre plantas y especies forrajeras y su relación con el crecimiento es modificado por la densidad de plantas y su altura y el tamaño de macollos. A medida que aumenta el índice de área foliar se reduce la tasa de crecimiento debido al sombreado mutuo entre las hojas de las plantas, además, una defoliación ligera provoca poca reducción en la tasa de asimilación de carbohidratos, y puede tener efectos positivos si, al remover hojas de plantas vecinas se elimina el sombreado entre plantas (Lemaire, 2001). El ambiente afecta el crecimiento y desarrollo de las hojas, algunas características de la hoja se relacionan con su capacidad fotosintética, debido a que la fotosíntesis declina conforme aumenta la edad de la hoja, posterior a su expansión total y el peso de la hoja está influenciado por la intensidad de la luz y esta cambia según las condiciones ambientales; entonces existe una alta correlación entre el peso específico de la hoja y la fotosíntesis, estas cambian con las variaciones de la intensidad de la luz a lo largo del desarrollo de la planta (Rojas, 2011).

### **2.7.2 Meristemas de crecimiento**

El rebrote rápido, está determinado por la presencia de regiones meristemáticas activas de los tallos, que permanecen en la planta después de una defoliación, lo cual acelera la expansión foliar (Briske, 1991). Entonces los meristemas son regiones celulares de las plantas, los cuales están formados por células que, de manera perpetua, son embrionarias, las cuales al multiplicarse y por diferenciación forman el resto de los tejidos (Rojas, 1993). La activación de las zonas meristemáticas dependerá del balance entre auxinas y citoquininas, dependiendo del balance, se va a inducir la formación de hojas

jóvenes, que son capaces de producir auxinas, las cuales son necesarias para promover el desarrollo de nuevo tejido foliar y radicular (Bidwell, 1979).

Se considera una característica distintiva de las especies tolerantes a la defoliación la velocidad rebrote; entre las características más importantes se consideran a los meristemos activos de los tallos remanentes (Del Pozo e Ibáñez, 1983; Richards y Briske, 1993). Chapman (1993) menciona que la posición de los meristemos depende del hábito de crecimiento de la planta. En las especies cespitosas, durante el estado vegetativo, los meristemos activos permanecen más o menos cerca de la superficie del suelo y escapan a la remoción. La alfalfa es una leguminosa en la que los meristemos apicales permanecen al alcance del corte o pastoreo, durante gran parte del periodo vegetativo y estado reproductivo, esto como consecuencia de la elongación de sus tallos, el rebrote posterior a la defoliación se produce desde las yemas de la corona y meristemos axilares de los tallos más bajos, para activarse, requiere de un cierto tiempo, por lo que el rebrote es demorado, ya que la activación de las yemas de la corona se maximiza cuando la planta está en estado reproductivo, y esta etapa no se alcanza normalmente en condiciones de pastoreo (Del Pozo e Ibáñez, 1983; Baguet y Bavera, 2001).

### **2.7.3 Reservas de carbohidratos**

Para la alfalfa, el crecimiento inicial depende de la movilización de las reservas de Nitrógeno y carbohidratos no estructurales almacenados en raíces y coronas, el grado de movilización con el cual estas reservas contribuyen al rebrote, dependen de las concentraciones internas y externas del bióxido de carbono, así como del suministro de Nitrógeno (Skinner *et al.*, 1999). Durante el rebrote las reservas de carbohidratos declinan mientras la nueva parte aérea es producida. En condiciones de campo, este descenso continuo dos o tres semanas, antes de que ocurra la recuperación (Ueno y Smith, 1970). De igual forma el crecimiento de la alfalfa depende del número y tamaño de yemas presentes en el área foliar remanente (Leach, 1968).

Cuando la defoliación es muy severa el rebrote dependerá de los carbohidratos no estructurales presentes en la base del tallo y raíces, se ha observado una movilización específica de componentes de nitrógeno del tejido residual, después de la defoliación, a zonas de crecimiento en varias especies forrajeras (Volenc *et al.*, 1996). Richards y Briske (1993) menciona que, en las reservas de carbohidratos, la cantidad y tipo de tejido removido, es decir remanente y meristemas de crecimiento, son los factores más importantes que determinan el impacto de la defoliación en la planta y las características que regulan la posterior recuperación.

#### **2.7.4 Frecuencia e intensidad de corte**

Speeding (1971) señala que la frecuencia de cosecha es el tiempo que transcurre entre dos cosechas consecutivas, en donde la planta intenta recuperar el tejido fotosintético que le ha sido removido bajo las condiciones ambientales del lugar en que se encuentra. De acuerdo con Velazco *et al.* (2001) la acumulación de forraje de una pradera es mayor a intervalos largos; sin embargo, su valor nutritivo es menor, ya que es común que las praderas se corten o pastoreen antes de que alcancen la máxima acumulación de forraje. La producción primaria que puede ser cosechada de manera efectiva, depende del promedio de vida de las hojas de la pradera en relación con la frecuencia de corte. Cuando el intervalo de tiempo entre cortes sucesivos es más largo que el ciclo de vida de las hojas es posible tener pérdidas de material producido, el cual puede perderse antes de efectuar la cosecha, por senescencia y la diferencia entre producción primaria y la producción cosechada se incrementa aun cuando la altura de corte sea cercana al suelo (Zaragoza, 2000).

Por otro lado, Holmes (1989) menciona que cosechas a intervalos cortos y severos, tienden a formar praderas densas y postradas, y que frecuencias prolongadas y a una mayor altura de forraje residual, permiten que las especies forrajeras de crecimiento erecto tiendan a mostrar un mejor comportamiento en producción de forraje.

El rebrote depende del nivel de reservas acumuladas y la influencia del clima, se reducen estas cuando los cortes son frecuentes antes de la floración de las yemas florales. La edad al corte de la alfalfa varía con la estación del año y la variedad (Villegas *et al.*, 2004). La frecuencia y la altura de cosecha determinan el rendimiento de forraje por unidad de superficie y los componentes de las especies vegetales presentes en la pradera, de manera general la frecuencia es más importante que la altura del corte (Hodgson, 1979). Sin embargo, para Muslera y Ratera (1991) la altura de cosecha determina el tiempo de recuperación y la persistencia de la pradera. Hernández y Martínez (1997) consideran importante que se determine la frecuencia de los cortes a través del año, debido a que el crecimiento del forraje es estacional, por lo que las tasas de crecimiento serán diferentes y por consiguiente afectan directamente el rendimiento de forraje.

## **2.8 Producción estacional de forrajes**

Al combinar la alfalfa con una gramínea, aumenta la producción de forraje, se mejora el valor nutricional, y se reducen los costos de la alimentación, en comparación con los alimentos balanceados (Zaragoza *et al.*, 2009). Para cada variedad de alfalfa se presenta una combinación específica de caracteres genéticos, donde su potencial productivo se expresa de manera diferente, dependiendo de las condiciones ambientales en las que se cultive. No existe una mejor variedad para todas las condiciones productivas, la elección acertada de alguna variedad depende de la combinación de condiciones climáticas, edáficas, prácticas de manejo y la forma de aprovechamiento de la pastura, ya sea corte o pastoreo (Salinas, 2005). Hernández y Martínez (1997) mencionan que la estacionalidad, en el desarrollo y producción de forraje de especies de interés en una determinada región es un aspecto primordial para optimizar la interacción suelo-planta-animal, ya que permite detectar los tiempos de mayor y menor disponibilidad de forraje y, con ello, adoptar diferentes prácticas de manejo, con el propósito de maximizar la disponibilidad de forraje y, por tanto, la producción animal (Jiménez y Martínez, 1984). La obtención de los recursos ambientales luz, agua,

humedad y temperatura, depende de la proporción de hojas, tallos y raíces de las plantas que, por medio de los procesos fisiológicos de la fotosíntesis, absorción de agua y nutrientes, crecimiento y desarrollo, determinan la productividad de las plantas (Alcántara y Trejo, 2007). Morales *et al.* (2006) encontró que la mayor producción coincide con los meses más calurosos, esto debido a que la temperatura e intensidad de luz fueron más altas; por otro lado, la producción más baja se llevó a cabo en los meses más fríos. Al respecto menciona Villegas *et al.* (2004) que la edad al corte de la alfalfa varía con la estación del año y con la variedad.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Descripción del sitio experimental**

El presente estudio fue realizado en Saltillo, en el sureste del estado de Coahuila en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con coordenadas 25° 23' Latitud Norte y 101° 00' de Longitud Oeste, con altitud de 1,783 m. Donde el clima es templado semiseco, con temperaturas promedio de 18 °C. Los inviernos son extremos, con temperaturas máximas superiores a 18 °C y las mínimas inferiores a 0 °C, la precipitación media anual es de 340mm (Climate-Data-org, 2010). En cuanto a los parámetros del suelo, se trata de un suelo con textura migajón arcilla-arenoso. Con una densidad aparente de 1.25 g/cm<sup>3</sup>. Un pH de 7.38 y presenta una conductividad eléctrica de 0.530 mS/cm, lo anterior emitido por el laboratorio de planeación ambiental y edafología del departamento de ciencias del suelo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

#### **3.2 Condiciones del clima durante el experimento**

En el Cuadro 2 se muestra la distribución de la temperatura y precipitación durante el período experimental, en donde se publican los datos obtenidos del observatorio atmosférico saltillo a través de la página de RUOA, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.



**Cuadro 2.** Distribución de la precipitación y temperatura promedio, máxima y mínima registrada en el periodo de siete semanas durante el periodo experimental (04 de mayo a 22 de junio de 2019 y 03 de agosto a 21 de septiembre), correspondientes a primavera (P) y verano (V).

Semanas de muestreo	Temperaturas (°C)						Precipitación (mm)	
	Máxima		Mínima		Media		P	V
	P	V	P	V	P	V	P	V
1	28.6	30.38	15.5	16.37	22	23.39	0	18.9
2	29.3	30.7	15.4	18.01	22.4	24.25	0	0
3	32.4	30.58	18.3	17.81	25.4	24.85	25.8	0
4	31.7	30.53	19.1	16.22	25.4	21.67	32.1	2.3
5	29.6	26.52	18	13.21	23.8	18.85	21.5	95.6
6	30.9	26.66	16.6	11.95	23.8	18.96	0	69.6
7	32.3	27.94	19.1	12.37	25.7	20.16	5.5	0.5
Promedio	30.6	29.04	17.4	15.13	24	21.73	84.9	186.9

Fuente: [www.ruoa.unam.mx](http://www.ruoa.unam.mx).

### 3.3 Manejo de las parcelas experimentales

Se utilizó una pradera de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la var. Premium establecida el 4 de febrero de 2019, donde se le programaron riegos por goteo con cintilla cada 15 días durante la época de estiaje. La cintilla se colocó a 70 cm de separación. Se establecieron 21 parcelas con dimensiones de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 m) en donde se utilizó el método de voleo. Para el periodo de primavera el corte de uniformización se llevó a cabo el día 4 de mayo, y en verano el 3 de agosto, utilizando una hoz, dejando altura residual de 5 cm del nivel del suelo, continuando con cortes sucesivos, por un periodo de siete semanalmente. El experimento se llevó a cabo en un periodo del 04 de mayo al 22 de junio del 2019 y en verano del 3 de agosto al 21 de septiembre del 2019.

### **3.4 Tratamientos y diseño experimental**

Las fuentes de variación fueron dos estaciones del año (primavera y verano) y el momento al corte (días de rebrote). Los tratamientos se asignaron a un diseño experimental completamente al azar, con tres repeticiones. Se realizaron curvas de crecimiento en cada estación, en donde la especie se cosecho en siete ocasiones a un intervalo de siete días.

### **3.5 Variables evaluadas**

#### **3.5.1 Rendimiento de forraje**

Se determinó la acumulación de forraje por semana, mediante la utilización de dos cuadros de 0.25 m<sup>2</sup> (50 x 50 cm), por repetición, colocados al azar en la unidad experimental, donde la altura del forraje residual fue de 5 cm sobre el nivel del suelo. Las muestras obtenidas se colocaron en bolsas de papel identificadas previamente, posteriormente se sometieron a un secado en una estufa de aire forzado, marca Felisa, modelo FE-243A, a 55° C durante 72 horas o hasta alcanzar un peso seco constante, se llevó a cabo un registro del peso de la materia seca (MS) y se determinó el rendimiento por unidad de superficie (kg MS ha<sup>-1</sup>).

#### **3.5.2 Composición botánica y morfológica**

La composición botánica y morfológica se determinó mediante la utilización de una submuestra (aproximadamente entre 10 y 20 %) del forraje cosechado para rendimiento de forraje, se separaron los componentes botánicos, alfalfa y malezas. La alfalfa se separó en sus componentes morfológicos: hoja, tallo, material muerto y flor. Después de ser colocado cada componente en bolsas de papel previamente identificadas, fueron secados en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 55 °C durante 72 horas o hasta obtener el peso seco contante. Con el uso de una báscula

analítica se pesaron los componentes, para su posterior estimación es kg MS ha<sup>-1</sup> y aportación en porcentaje al rendimiento total de forraje, mediante las siguientes formulas:

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

$$\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1} = \frac{(\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1} \text{ componente}^{-1})}{\text{kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}} \times (100)$$

### 3.5.3 Tasa de crecimiento de forraje

Para calcularla se utilizaron los datos de peso seco de cada corte y se convirtieron a rendimiento por hectárea, tomando en cuenta el intervalo entre cortes, se calculó la tasa de crecimiento con la siguiente formula:

$$TC = \frac{FC}{T}$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento (kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).

FC = Forraje cosechado (kg MS ha<sup>-1</sup>).

T = Días transcurridos entre un corte y el siguiente.

### 3.5.4 Relación hoja:tallo (R: H/T)

A partir de los datos obtenidos en la composición botánica y morfológica de la alfalfa (*Medicago sativa* L.), se estimó la relación hoja: tallo, calculada por medio de la siguiente formula:

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

Donde:

H: T= 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>)

### 3.5.5 Altura de planta

Se estimó la altura promedio, de las plantas de alfalfa, un día antes del corte se tomaron 10 lecturas al azar de la altura en cada repetición, utilizando el método de la regla graduada (100 cm), en donde la parte inferior de la regla (0 cm) quedara a nivel de suelo y posteriormente se midieron los centímetros hasta el componente más alto de la planta. El promedio de la altura se determinó por repetición.

### 3.5.6 Radiación interceptada

Se utilizó una barra light o sensor de quantum (line quantum) de 70 cm de longitud, modelo PS-100, Apogee, Inst, Utah, USA, la cual se colocó de manera horizontal, antes de cada corte, tomando las lecturas por encima y debajo del dosel de la planta, con orientación norte – sur, nivelando la barra mediante la burbuja de agua contenida en esta. Se tomaron lecturas entre 11:30 y 12:30 pm, ya que en ese horario los rayos del sol inciden de forma perpendicular sobre la superficie de la pradera. Las lecturas sobre las plantas representaron el 100% de la luz recibida, mientras que las lecturas bajo el dosel representaron la luz no interceptada por la planta (luz no aprovechada). El cálculo del porcentaje de luz interceptada se calculó mediante la siguiente formula:

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

Dónde:

% LI = Porcentaje de luz interceptada

LR = Cantidad de luz recibida (*mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> nm<sup>-1</sup>*)

LT = Cantidad de luz transmitida (*mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> nm<sup>-1</sup>*).

### 3.6 Análisis estadístico

Para determinar el efecto de la estación y momento de cosecha sobre la variable evaluadas, se realizó un análisis estadístico (ANOVA) con el procedimiento PROC GLM del SAS (Statistical Analysis System Version 9.0) y una comparación de medidas se mediante la prueba Tukey con un nivel de significancia de 5%.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

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

$\mu$  = Media general de la población estudiada

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error estándar de la media

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Rendimiento de forraje

En el Cuadro 3, se presenta el rendimiento de forraje producido en dos estaciones del año en alfalfa, variedad Premium, a siete edades de rebrote (Días de rebrote; DDR). Se registraron diferencias estadísticas entre estaciones y semanas de rebrote ( $P < 0.05$ ). Independientemente de la edad de rebrote, la estación de primavera fue superior en promedio a verano en un 26 % con 2,601 y 1,908 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente ( $P < 0.05$ ). Conforme avanzó la edad de rebrote se incrementó la producción de forraje, ya que a los 7 y 14 DDR el rendimiento fue menor en comparación con el último corte (49 DDR) en el caso de primavera. Para verano los menores rendimientos se presentaron a los 7, 14 y 21 DDR y el mayor a los 35 DDR con 3,912 kg MS ha<sup>-1</sup>, así el promedio en función de los días de rebrote, fue menor a los 7 y 14 DDR con 309 y 615 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente y los mayores a los 35 DDR con 3,689 kg MS ha<sup>-1</sup>, sin ser diferente estadísticamente a lo producido a los 42 y 49 DDR ( $p > 0.05$ ).

De acuerdo con Rojas *et al.* (2016), evaluando cinco variedades de alfalfa, observaron una marcada estacionalidad en la tasa de crecimiento de las variedades, con el siguiente orden descendente: verano > primavera > otoño > invierno con 70, 50, 46 y 25 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente, ya que, en primavera se presentaron las condiciones óptimas de temperatura y precipitación para un mejor desarrollo de la especie. Por su parte, Mendoza *et al.* (2010) presentaron una distribución estacional del rendimiento de 31, 26, 23, y 20 % para verano, primavera, otoño, e invierno, respectivamente, cuando sometieron la especie a una frecuencia de cosecha de 49 y 42 DDR, pero al evaluarla a los 21 y 28 DDR la distribución favoreció a la estación de primavera con 31%, respecto a verano con 27%, otoño 22% e invierno con 20%, atribuyendo estos resultados al agotamiento de las reservas de carbohidratos en las plantas, al existir poco tiempo de recuperación entre cada cosecha. La profundidad del suelo tiene un efecto directo sobre el rendimiento de la alfalfa, siendo inversamente proporcional, es decir, a menores

profundidades del suelo el rendimiento del forraje será menor. Por ello para lograr mejores resultados, se deben seleccionar suelos de profundidad igual o superior a 40 cm (Espinoza y Ramos, 2001).

**Cuadro 3.** Rendimiento de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Días de rebrote (DDR)	Estaciones del año		$\bar{x}$	Pr > F
	Primavera	Verano		
7	476 <sup>Ae</sup>	143 <sup>Bc</sup>	309 <sup>d</sup>	0.05
14	1000 <sup>Ae</sup>	648 <sup>Ac</sup>	615 <sup>d</sup>	0.16
21	2143 <sup>Ad</sup>	648 <sup>Ac</sup>	1395 <sup>c</sup>	0.97
28	2623 <sup>AcD</sup>	3139 <sup>Aab</sup>	2881 <sup>b</sup>	0.12
35	3466 <sup>Abc</sup>	3912 <sup>Aa</sup>	3689 <sup>a</sup>	0.25
42	3734 <sup>Ab</sup>	2876 <sup>Aab</sup>	3305 <sup>ab</sup>	0.19
49	4768 <sup>Aa</sup>	2405 <sup>Bb</sup>	2586 <sup>ab</sup>	0.11
$\bar{x}$	2601 <sup>A</sup>	1908 <sup>B</sup>	2255	<.0001
Pr > F	<.0001	<.0001	0.0102	

Diferente literal minúscula en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indica diferencia estadística (Tukey; P< 0.05).

#### 4.2 Composición botánica y morfológica

Los cambios en la composición botánica y morfológica de alfalfa variedad Premium se muestran en las Figuras 1 y 2, tanto su aportación al rendimiento total en porcentaje y como en kg MS ha<sup>-1</sup>, para las estaciones de primavera y verano. El análisis de varianza mostró que la hoja en porcentaje de aportación al rendimiento total, registró diferencias estadísticas entre estaciones y entre días de rebrote (P<0.05), siendo en la estación de primavera en donde se alcanzaron los más altos rendimientos en promedio de hoja, al registrar 53 % en primavera y un 44 % en verano. Se puede apreciar que en

el caso de la estación de primavera entre los 7 y los 35 DDR hubo una mayor producción de hoja en comparación con los otros componentes de la planta, en tanto que a los 49 DDR el comportamiento de la hoja fue similar al rendimiento del tallo de 41% y 38% correspondientemente. Cabe mencionar que en verano se muestra una alta producción de hoja a los 7 DDR la cual va decreciendo de manera gradual en los primeros 28 DDR, posterior a esto se mantuvo estable hasta los 42 DDR, terminando con un decrecimiento a los 49 DDR, caso contrario con el tallo el cual en ambas estaciones registro un crecimiento gradual.

Por otra parte, en el componente tallo también se encontraron diferencias estadísticas entre semanas y estaciones ( $P < 0.05$ ). Se registraron valores más altos para la estación de verano con 36 % en primavera y 50 % en verano, siendo en esta estación el componente con más aporte en la planta, el cual a medida que la hoja mostraba una disminución, este mostraba un crecimiento gradual a través de los días de rebrote. Así mismo, en la maleza se obtuvieron diferencias estadísticas entre estaciones y semanas de rebrote, únicamente a los 49 DDR para verano, en promedio se obtuvieron mayores resultados en primavera con un 8% y 3% en verano. El material muerto, ocupa el penúltimo lugar, obteniendo en promedio valores similares entre ambas estaciones con un 33% de diferencia, siendo mayor en primavera con 3 % y 2 % para verano. Es importante mencionar que debe tomarse con cautela el material muerto obtenida en la primera semana, ya que es posible que al momento del muestreo se tomaran residuos obtenidos a partir del corte de uniformización. Se obtuvo una mayor presencia de materia muerta en primavera que en verano, al igual que de maleza.

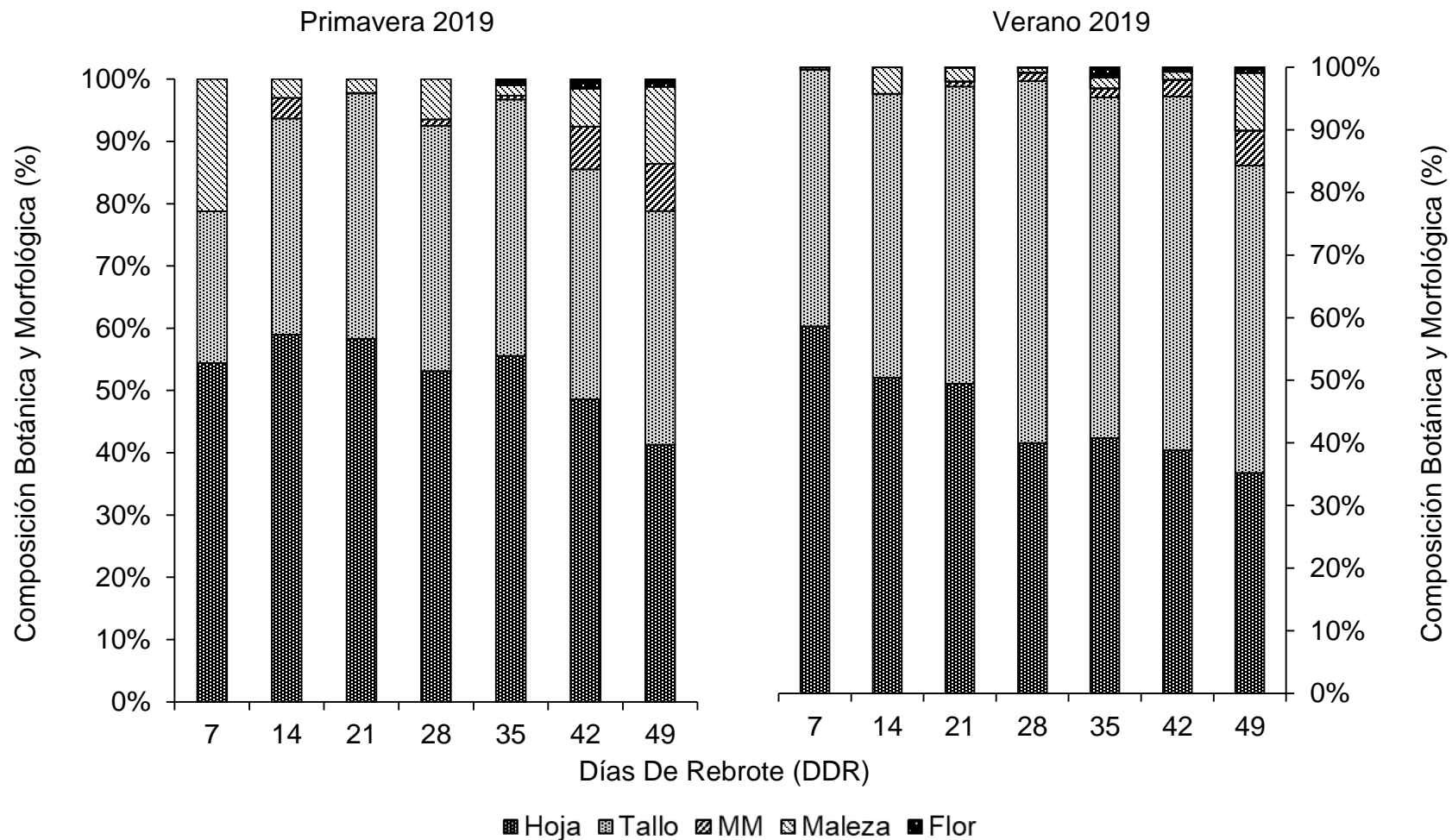
La inflorescencia fue apreciable a partir de los 35 DDR para ambas estaciones, siendo más alta cantidad en primavera con 1 % en promedio y 0 % en verano. No hubo diferencias estadísticas entre estaciones, pero si entre días de rebrote, en verano a partir de los 35 DDR. En general la composición botánica y morfológica en promedio del porcentaje para las siete semanas se encuentra distribuida de la siguiente manera:



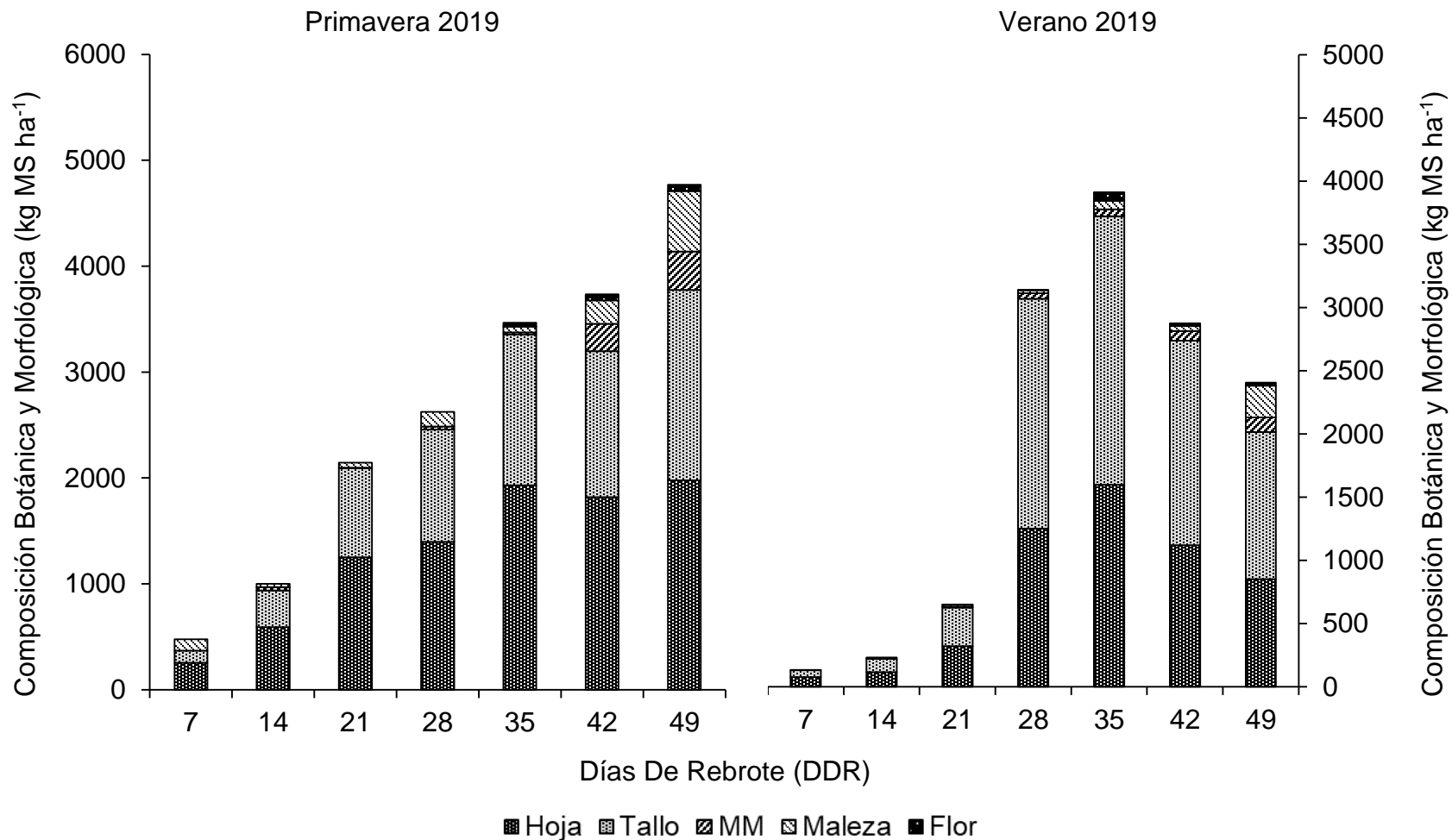
primavera: hoja (53%), tallo (36%), material muerto (3%), maleza (8%) y Flor (1%); para verano en hoja (45%), tallo (50%), material muerto (2%), maleza (3%) y flor (0%).

En cuanto a la composición botánica y morfológica expresada en kg MS ha<sup>-1</sup>, el orden de mayor a menor para la estación de primavera fue para la hoja, tallo, maleza, material muerto e inflorescencia con 1317, 996, 167, 100, y 22 kg MS ha<sup>-1</sup>. Para verano se registró la siguiente tendencia tallo, hoja, material muerto, maleza, e inflorescencia con 1027, 462, 59, 42 y 16 kg MS ha<sup>-1</sup>, en donde el tallo es el componente con mayor aporte a la planta. En promedio para la hoja, la mayor cantidad en primavera con un 42 % con 1,317 kg MS ha<sup>-1</sup> y 762 kg MS ha<sup>-1</sup> en verano ( $p < 0.05$ ), en promedio de ambas estaciones a los 35 DDR se registró el más alto valor de 1,764 kg MS ha<sup>-1</sup>, en primavera fue hasta los 49 DDR cuando se registró el más alto valor de con 1,977 kg MS ha<sup>-1</sup> y a los 35 DDR para verano con 1,599 kg ha<sup>-1</sup>.

Para el tallo, fue mayor en la estación de verano con 1,027 kg MS ha<sup>-1</sup> contra 996 kg MS ha<sup>-1</sup> en primavera. Para el material muerto se obtuvieron 100 kg MS ha<sup>-1</sup> en primavera y 42 kg MS ha<sup>-1</sup> en verano. Se presentaron diferencias estacionales y entre días de rebrote a los 49 DDR. La maleza no registró diferencias significativas entre estaciones, solo en el promedio donde primavera con 167 kg MS ha<sup>-1</sup> supero a verano con 59 kg MS ha<sup>-1</sup>. La inflorescencia no registro diferencias entre estaciones ( $p > 0.05$ ). Entre semanas se obtuvieron diferencias a partir de los 35 DDR para ambas estaciones. Rivas *et al.* (2005) mencionan que el forraje cosechado puede incrementarse al reducir las pérdidas por senescencia y muerte en la pradera, mediante estrategias adecuadas de manejo de la defoliación. Mencionan también que al llegar la planta a su etapa reproductiva incrementa la cantidad de inflorescencias, encontrándose en las condiciones óptimas de temperatura y humedad. Por otra parte, la contribución del tallo al rendimiento tiene una relación inversa con su valor nutritivo, ya que al aumentar el porcentaje de tallo y disminuir el de la hoja, se obtendrá un forraje de menor digestibilidad y con menor contenido de proteína, aumentando la cantidad de fibra y material muerto (Bouton, 2001).



**Figura 1.** Cambios en aporte al rendimiento de forraje de los componentes botánicos-morfológicos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium, cosechada a diferentes edades de rebrote en las estaciones de primavera y verano 2019.



**Figura 2.** Cambios en aporte al rendimiento de forraje de los componentes botánicos-morfológicos de alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Premium, cosechada a diferentes edades de rebrote en las estaciones de primavera y verano 2019.

### 4.3 Tasa de Crecimiento de forraje

En el Cuadro 4, se muestra la tasa de crecimiento de forraje producido en dos estaciones del año en alfalfa variedad Premium, en donde se registraron diferencias estadísticas entre estaciones y semanas de rebrote ( $P < 0.05$ ). Independientemente de la edad de rebrote, la estación de primavera fue superior a verano en un 35% con  $89 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , respecto a  $58 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en verano ( $P < 0.05$ ), así mismo a los 7, 14, 21 y 49 DDR. En promedio las mayores tasas de crecimiento se pueden observar a los 35 DDR, sin ser diferente a los 28 DDR con valores de 105 y  $103 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y los menores a los 7, 14 y 21 DDR, con 44, 43,  $66 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ . En primavera las tasas de crecimiento fueron similares estadísticamente ( $p > 0.05$ ), sin embargo, en verano a los 28, 35, 42 DDR los valores fueron mayores al resto DDR.

Rojas (2011) obtuvo resultados similares en la estación de verano, en promedio a los obtenidos al evaluar los cambios estacionales en la tasa de crecimiento en diez variedades de alfalfa en la misma estación en la variedad Aragón con  $57 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , para la variedad Premium fue de  $58 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ . Sin embargo, en el presente estudio para la estación de primavera se obtuvo un promedio de  $89 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , por encima del obtenido por (Rojas, 2011) en la misma estación, en donde el mayor promedio fue de 64 para la variedad Milena. Beltrán *et al.* (2005) mencionan que la mayor tasa de crecimiento se relaciona con la mayor cantidad de raíz, y que disminuye como resultado del incremento gradual en la tasa de senescencia y la reducción en la tasa de fotosíntesis neta por unidad de superficie. Por otro lado Baguet y Bavera (2001), establecen que a medida que el IAF aumenta, será menor cantidad de luz al suelo y la tasa de crecimiento será mayor en las plantas, por otro lado cuando, prácticamente, toda la luz es interceptada, la tasa de crecimiento es la máxima y el valor del IAF se denominara "IAF óptimo", aunque también puede ocurrir que la superficie de las hojas sea excesiva, por lo que el IAF será superior al óptimo y las hojas basales no reciben suficiente luz, provocando la aparición de hojas basales amarillentas y muertas llegando en algunos casos a tener un crecimiento neto negativo.

**Cuadro 4.** Tasa de crecimiento (kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Días De Rebrote (DDR)	Estaciones del año		$\bar{x}$	Pr > F
	Primavera	Verano		
7	68 <sup>Aa</sup>	20 <sup>Bcd</sup>	44 <sup>c</sup>	0.05
14	71 <sup>Ab</sup>	16 <sup>Bd</sup>	43 <sup>c</sup>	0.04
21	102 <sup>Aa</sup>	31 <sup>Bcd</sup>	66 <sup>c</sup>	0.07
28	94 <sup>Aa</sup>	112 <sup>Aa</sup>	103 <sup>a</sup>	0.13
35	99 <sup>Aa</sup>	112 <sup>Aa</sup>	105 <sup>a</sup>	0.24
42	89 <sup>Aa</sup>	68 <sup>Aa</sup>	78 <sup>ab</sup>	0.19
49	97 <sup>Aa</sup>	49 <sup>Bbc</sup>	73 <sup>b</sup>	0.11
$\bar{x}$	89 <sup>A</sup>	58 <sup>B</sup>	74	<.0001
Pr > F	0.099	<.0001	0.0209	

Diferente literal minúscula, en cada columna, y diferente literal mayúscula en cada fila indica diferencia (P < 0.05).

#### 4.4 Relación hoja:tallo

Los resultados obtenidos para la relación hoja:tallo se muestran en el Cuadro 5, en el cual se obtuvieron diferencias significativas entre estaciones y semanas de rebrote (P < 0.05). Independientemente de la edad de rebrote la estación de primavera fue superior a la de verano en un 40 % con 1.5 y 0.9 en verano (P < 0.05). Se muestra una diferencia significativa, ya que en ambas estaciones la relación hoja:tallo muestra un comportamiento decreciente, por lo tanto, en promedio se puede observar el valor más alto a los 7 DDR correspondiente a un valore de 2,0 respecto a un valore menor a los 49 DDR de 1,0. La variabilidad estadística fue mayor en verano respecto a primavera. En esta última solamente a los 7 DDR con 2.4, fue diferente al resto de los días de rebrote. Por su parte, verano a los 7 DDR fue similar al valor registrado a los 21 DDR con 1.4 y 1.1, respectivamente, hasta un valor mínimo a los 42 y 49 DDR de 0,7. Para

primavera siempre los valores fueron mayores a 1.0, lo que indica que durante el estudio siempre se produjo mayor cantidad de hoja respecto al tallo, no así en verano, a partir de los 28 DDR el tallo fue mayor a lo producido de hoja.

De acuerdo con Rivas *et al.* (2005) en su investigación del efecto de tres regímenes de cosecha para evaluar el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa, al igual que en el presente experimento obtuvo un mayor rendimiento en primavera que en verano; fue mayor en invierno (0.83) que en primavera (0.75), verano (0.77) y otoño (0.72), mencionando que la mayor productividad observada en verano y primavera en comparación con otoño e invierno muestra el potencial productivo que podría explotarse al considerarse las condiciones y el tipo de variedad a utilizar, para maximizar la disponibilidad de forraje durante el año.

**Cuadro 5.** Relación hoja:tallo de alfalfa (*Medicago sativa* L.), var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Días De Rebrote (DDR)	Estaciones del año		$\bar{x}$	Pr > F
	Primavera	Verano		
7	2.4 <sup>Aa</sup>	1.4 <sup>Ba</sup>	1.9 <sup>a</sup>	0.02
14	1.7 <sup>Ab</sup>	1.1 <sup>Bab</sup>	1.4 <sup>b</sup>	0.06
21	1.5 <sup>Ab</sup>	1.1 <sup>Bbc</sup>	1.3 <sup>bc</sup>	<.0001
28	1.4 <sup>Ab</sup>	0.7 <sup>Bc</sup>	1.0 <sup>bc</sup>	0.04
35	1.4 <sup>Ab</sup>	0.8 <sup>Abc</sup>	1.1 <sup>bc</sup>	0.23
42	1.4 <sup>Ab</sup>	0.7 <sup>Ac</sup>	1.0 <sup>bc</sup>	0.14
49	1.1 <sup>Ab</sup>	0.7 <sup>Bc</sup>	0.9 <sup>c</sup>	0.06
$\bar{x}$	1.5 <sup>A</sup>	0.9 <sup>B</sup>	1.2	0.0003
Pr > F	0.0011	0.0002	0.0107	

Diferente literal minúscula, en cada columna, y diferente literal mayúscula en cada fila indica diferencia (P < 0.05).

## 4.5 Altura de planta

En el Cuadro 6, se aprecia la altura de la alfalfa producida en dos estaciones del año en alfalfa, variedad Premium, de los 7 a los 49 días de rebrote. Se obtuvieron diferencias estadísticas entre estaciones y semanas de rebrote ( $P < 0.05$ ). Conforme avanzó la edad de rebrote, la altura mostró un comportamiento creciente. En la estación de verano se registraron alturas superiores correspondientes a 58 cm en comparación a 41 cm en la estación de primavera, en la cual se registraron los valores más altos en la semana siete con 53 cm. Mientras que el mínimo se encuentra a los 7 DDR de 14 cm. Para la estación de verano a partir de los 28 DDR (76 cm) la planta alcanzó su mayor altura y la menor a los 7 DDR con 16 cm. Los promedios por días de rebrote mostraron tendencia similar a la estación de verano con valores entre 15 cm a los 7 DDR y 63 cm a los 49 DDR.

**Cuadro 6.** Altura de planta (cm) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Días De Rebrote (DDR)	Estaciones del año		$\bar{x}$	Pr > F
	Primavera	Verano		
7	14 <sup>Ad</sup>	16 <sup>Ad</sup>	15 <sup>d</sup>	0.39
14	27 <sup>Ac</sup>	40 <sup>Ac</sup>	33 <sup>c</sup>	0.06
21	44 <sup>Bb</sup>	60 <sup>Ab</sup>	52 <sup>b</sup>	0.04
28	46 <sup>Bab</sup>	72 <sup>Aa</sup>	61 <sup>a</sup>	0.03
35	52 <sup>Bab</sup>	73 <sup>Aa</sup>	62 <sup>a</sup>	0.09
42	52 <sup>Aab</sup>	70 <sup>Aa</sup>	60 <sup>a</sup>	0.50
49	53 <sup>Aa</sup>	73 <sup>Aa</sup>	63 <sup>a</sup>	0.59
$\bar{x}$	41 <sup>A</sup>	58 <sup>B</sup>	50	<.0001
Pr > F	<.0001	<.0001	0.0187	

Diferente literal minúscula, en cada columna, y diferente literal mayúscula en cada fila indica diferencia ( $P < 0.05$ ).

Datos similares reportó Mendoza (2008) con la variedad San Miguelito, con 60 cm en verano. Sin embargo, Salas (1998), encontró una altura de 53.9 cm, para la variedad CUF-101 y de 47.3 cm en la variedad Valenciana, cosechadas a 49 DDR en la misma estación. De acuerdo con Muslera y Ratera (1991) mencionan que el rendimiento de materia seca y el aumento en altura, se incrementan cuando se alarga el intervalo entre cortes, a más de 35 DDR.

#### **4.6 Radiación interceptada**

La intercepción luminosa se muestra en el Cuadro 7. Se registró el porcentaje de luz interceptada (LI) por una pradera de alfalfa var. Premium, en siete semanas de rebrote, en las estaciones de primavera y verano de 2019. Se presentaron diferencias estadísticas entre estaciones y semanas de rebrote ( $P < 0.05$ ) desde los primeros 7 DDR en ambas estaciones. Independientemente de la edad de rebrote, la estación de verano muestra valores superiores a los de primavera con 85 y 75 % de LI, respectivamente. Estas mismas diferencias se observaron a los 42 y 49 DDR. En los promedios por días de rebrote y dentro de cada estación, el menor porcentaje de luz interceptada se presentó a los 7 DDR con un promedio de 31 % LI, respecto al resto DDR. No obstante, en la estación de verano a partir de los 14 DDR se obtuvo la RI óptima para un comportamiento correcto de las especies forrajeras (95 % LI). Cuando el 95% de la radiación solar incidente sobre una pradera es interceptada se logra el propósito ecológico de las plantas forrajeras, por lo tanto, se recomienda sea cosechada la biomasa vegetal acumulada, siempre cuando la densidad de plantas sea la correcta (Da Silva *et al.*, 2008; Da Silva y Hernández, 2010).

Esto en comparación con los resultados obtenidos por Mendoza *et al.* (2010) con la variedad San Miguelito en respuesta a diferentes frecuencias de corte reportó, un valor promedio anual del 90 % al cosechar la alfalfa cada 42 y 49 DDR, sin embargo, en este estudio se obtuvo un promedio de 75% en primavera y 85% en verano a los 49 DDR, siendo los menores promedios de 48% efectuando cortes a 21 y 28 DDR para Mendoza



*et al.* (2010), y de 31% a los 7 DDR en el presente experimento. Donald y Black, 1958; Velazco *et al.* (2001); Morales *et al.* (2006) mencionan que, con el aumento en la cantidad de hojas, se logra una mayor intercepción de la luz, pero las hojas en los estratos inferiores recibirán menor intensidad y calidad de esta, lo que propicia la reducción del crecimiento o de la tasa de asimilación neta. Probablemente en el presente experimento la variabilidad en el porcentaje de intercepción pueda deberse a la densidad de plantas.

**Cuadro 7.** Radiación interceptada (%) en alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Días De Rebrote (DDR)	Estaciones del año		$\bar{x}$	Pr > F
	Primavera	Verano		
7	33 <sup>Ab</sup>	30 <sup>Ab</sup>	31 <sup>b</sup>	0.20
14	80 <sup>Aa</sup>	95 <sup>Aa</sup>	87 <sup>a</sup>	0.03
21	7 <sup>Aa</sup>	99 <sup>Aa</sup>	88 <sup>a</sup>	0.09
28	86 <sup>Aa</sup>	90 <sup>Aa</sup>	88 <sup>a</sup>	0.03
35	86 <sup>Aa</sup>	90 <sup>Aa</sup>	88 <sup>a</sup>	0.22
42	81 <sup>Ba</sup>	96 <sup>Aa</sup>	88 <sup>a</sup>	0.05
49	80 <sup>Ba</sup>	97 <sup>Aa</sup>	88 <sup>a</sup>	0.53
$\bar{x}$	75 <sup>B</sup>	85 <sup>A</sup>	80	<.0001
Pr > F	<.0001	<.0001	0.22	

Diferente literal minúscula, en cada columna, y diferente literal mayúscula en cada fila indica diferencia ( $P < 0.05$ ).

## V. CONCLUSIONES

- El rendimiento de forraje y la altura de la planta, así como los componentes; tallo inflorescencia, maleza y material muerto, se incrementaron a mayores días de rebrote.
- En primavera se presentó la mayor producción de materia seca, tasa de crecimiento, relación hoja:tallo, y porcentaje de aportación y rendimiento de los componentes; hoja, maleza, material muerto e inflorescencia y en verano la mayor altura de planta, intercepción luminosa y mayor aportación del tallo al rendimiento total.
- A los 35 días de rebrote se presentó el mayor rendimiento de forraje, tasa de crecimiento, producción de hoja, sin embargo, su aportación al rendimiento en porcentaje se registró a los 7 días de rebrote, resultando en una mayor relación hoja:tallo. No obstante, a los 49 días de rebrote, se presentó la mayor producción de tallo, material muerto, maleza, e inflorescencia.
- La hoja fue el componente que más aportó al rendimiento total en un 48 %, seguida por el tallo (43 %), maleza (6%), material muerto (2%) e inflorescencia (1%).
- La edad de rebrote para cosechar la alfalfa var. Premium, por mayor rendimiento y características morfológicas de la pradera, para las estaciones de primavera y verano, es partir de los 35 días de rebrote.

## VI. LITERATURA CITADA

- Alcántara, G. G., Y Trejo, T. L. (2007).** Nutrición de cultivos. Colegio de Postgraduados 1ª Edición. Editorial Mundi Prensa. Montecillo, México S.a. 705 p.
- Altamirano, G. (2009).** Evaluación agronómica de una variedad y cinco híbridos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Doctoral dissertation, Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo. Ambato–Ecuador: Universidad Técnica de Ambato). 98 p.
- Améndola, M. R. D., Castillo, G. E., y Martínez, H. P. A. (2005).** Pasturas y cultivos forrajeros. México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Revisado en: [http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/Counprof/spanishtrad/Mexico\\_sp/Mexico\\_sp.htm](http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/Counprof/spanishtrad/Mexico_sp/Mexico_sp.htm). (09, febrero, 2021.)
- Annicchiarico, P., Barrett, B., Brummer, E.C., Julier, B. y Marshall, A.H. (2015).** Logros y desafíos en la mejora de leguminosas forrajeras perennes templadas. *Revisiones críticas en ciencias vegetales*, 34 (1-3):327-380.
- Baguet, H. A. y Bavera, G. A. (2001).** Fisiología de la planta pastoreada. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional del Río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina. [http://www.produccionovina.com.ar/produccioymanejopasturas/pastoreosistemas/04fisiologia\\_de\\_la\\_planta\\_pastoreada.htm](http://www.produccionovina.com.ar/produccioymanejopasturas/pastoreosistemas/04fisiologia_de_la_planta_pastoreada.htm). 08, febrero, 2021
- Beltrán-López, S., Hernández-Garay, A., García-Moya, E., Pérez-Pérez, J., Kohashi-Shibata, J., Herrera-Haro, J. G., ... & González-Muñoz, S. S. (2005).** Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en un invernadero. *Agrociencia*, 39(2):137-147.
- Bidwell, R. G. S. (1979).** Fisiología Vegetal. A. G. T. Editor. A. A. México. 784 p.

- Bouton, J. H. (2001).** Alfalfa. Proceed of the XIX International Grassland congress XIX. Sao Pablo, Brazil. 545 p.
- Bouton, J.H. (2012).** Cría de alfalfa para persistencia. *Ciencia de cultivos y pastos*, 63 (2). Pp 95-106.
- Briske, D. D. (1991).** Development, morfology and physiology of grasses. In: Grazing Management: An ecological perspective. Heitschmidt, R. K, Sttuth J. W. (eds.), Timber Press, Portland, Oregon, USA. Pp 85 -108.
- Bustillo, E. (1995).** Alfalfas de alta rentabilidad. *Cómo lograrlo. Manual de divulgación técnica. Dekalb Argentina SA.* 121 p.
- Calviño, P., Cirilo, A.G., Caviglia, O. y Monzón, J.P. (2005).** Resultados de intercultivo de maíz y soja en tres regiones maiceras argentinas. VIII Congreso Nacional de Maíz. Rosario, Argentina. Pp 83-85.
- Casler, M. D., y Undersander, D. J. (2019).** Identification of Temperatura Pasture Grasess and Legumes. Horse Pasture Management, 11-35. Doi: 10.1016/b978-0-12-812919-7.0000-0 USDA, NRCS. 2019. The PLANTS Database (<http://plants.usda.gov> National Plant Data Team, Greensboro, NC 27401-4901 USA.
- Castro, R. R., Hernández, G. A., Vaquera, H. H., Hernández, G. J. P., Quero, C. A. R., Enríquez, Q. J. F. y Martínez, H. P. A. (2012).** Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 35(1):87-95.
- Chapman, D. F. (1993).** Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In Proceedings of the XVII International Grassland Congress, Palmerston North and Rockhampton, 1993 (pp. 95-104). Sir Publishing.

- Chen, J. S., Tang, F. L., Zhu, R. F., Gao, C., Di, G. L., & Zhang, Y. X. (2012).** Effects of cutting frequency on alfalfa yield and yield components in Songnen Plain, Northeast China. *African Journal of Biotechnology*, 11(21):4782-4790.
- Climate-Data-org. (2010).** <https://es.climate-data.org/ameria-del-norte/mexico/coahuila-de-zaragoza/saltillo-4988/D>. F. 157 p. (08, Febrero, 2021).
- Da Silva, S. C., y Hernández G, A. (2010).** Manejo de pastoreo en praderas tropicales. Forrajes y su impacto en el Trópico. Primera edición. México. Universidad Autónoma de Chiapas. Pp 43-62.
- Da Silva, S. C., do Nascimento Júnior, D., y Euclides, V. B. P. (2008).** Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Suprema. 115 p.
- Del Pozo, I. M., y Ibañez G, M. (1983).** La alfalfa, su cultivo y aprovechamiento. Mundi Prensa. Madrid, España. 380 p.
- Demin, P. y Aguilera, J. (2012).** Efecto del régimen de riego en el rendimiento de alfalfa para corte en el Valle Central de Catamarca, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo* 44(1): Pp 173-181.
- Donald, C. M., y Black, J. N. (1958).** The significance of leaf area in pasture growth. In *Herb. Abstr* Vol. 28, No. 1 Pp 1-6.
- Espinoza, C., y Ramos, G. (2001).** El cultivo de alfalfa y su tecnología de manejo. *Folleto para productores*, (22), fundación produce de Aguas calientes e INIFAP. Campo experimental pabellón. Cimoc-inifap. 11 p.
- Flores, D. F, 2015.** La alfalfa (*Medicago sativa*): origen, manejo y producción. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de pamplona., <https://jdc.edu.co/revistas/index.php/conexagro/article/view/520>. (05, febrero, 2021).

- Garay, M. J. R., Joaquín, C. S., Estrada, D. B., Martínez, G. J. C., Joaquín, T. B. M., Limas, M. A. G. y Hernández, M. J. (2018).** Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 5 (15):573-581.
- Guaytarilla, N., y Caden, F. I. (2005).** Respuesta de la fertilización con boro en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) santa rosa de cusubamba-cayambe. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, (4). Pp. 67-70.
- Hanson, C. H. (1972).** Alfalfa Science and Technology. American Society of Agronomy. *Inc., Madison, WI, USA*. 812 p.
- Hawkins, C. Long, X. (2018).** Recent progress in alfalfa (*Medicago sativa* L.) genomics and genomic selection. *The Crop Journal*. 6:565-575.
- Hernández – Garay. (1992).** Componentes del rendimiento en variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) *Agrociencia*, 51(1):697-708.
- Hernández-Garay, A., y Martínez, H. P. A. (1997).** Utilización de pasturas tropicales. Producción de ovinos en zonas tropicales. Fundación Produce-Inifap, p 8-24.
- Hernández, G. A., Martínez, H. P. A., Zaragoza, E. J., Vaquera, H. H. Osnaya G., Joaquín, T. B. M., y Velazco, Z. M (2012).** Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Rev. Fitotec. Mex.* 35. Pp 259-266.
- Hodgson, J. (1979).** Nomenclatural and definition in grazing studies. *Grass and Forage Science*. Pp11 – 18.
- Hodgson, J. (1990).** *Grazing management. Science into practice*. Longman Group UK Ltd. Essex, England. 203 p.

- Holmes, W. (1989).** Grazing management. In: Grass its production and utilization. W. Holmes. 2nd Edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford. Pp 130-172.
- Horrocks, R. D., Vallentine, J.F. (1999).** Harvested forages. London. USA: Academic Press. 426 p.
- Hughes, H. D., Henson, R. E. y Metcalfe, S. D. (1984).** Forrajes. La Ciencia de la Agricultura Basada en Producción de Pastos. Editorial Continental S.A. de C.V. México. 758 p.
- Hunt, R. (1990).** Plant grow curves. The Functional Approach to Plant Growth Analysis. Edward Arnold. London, England. 248 p.
- INFOAGRO, (2015).** ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)). (12, Ferrero, 2021).
- 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 edición. Editorial Aedos Barcelona, España. 203 p.
- Leach, G. J. (1968).** The growth of the lucerne plant after cutting: I. The effects of cutting at different stages of maturity and at different intensities. *Australian Journal of Agricultural Research*, 19(4):517-530.
- Lemaire, G. 2001.** Ecophysiology of grasslands. Aspects of forage plant population in grazed swards. In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. Pp. 39-40.
- Luna, G. M. J., López, C. C., Hernández, G. A., Martínez, H. P. A., y Ortega, C. M. E. (2018).** Evaluación del rendimiento de materia seca y sus componentes en germoplasma de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(3):486-505.

- Lüscher, A., Mueller, H. I., Soussana, J. F., Rees, R. M., Peyraud, J. L. (2014).** Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. *Grass and forage science*, 69(2):206-228.
- Maass, B. L., Midega, C. A., Mutimura, M., Rahetlah, V. B., Salgado, P., Kabirizi, J. M., Rao, I. M. (2015).** Homecoming of *Brachiaria*: Improved hybrids prove useful for African animal agriculture. *East African Agricultural and Forestry Journal*, 81(1):71-78.
- Maddaloni, J., Ferrari, L. (2005).** *Forrajeras y Pasturas Del Ecosistema Templado Húmedo De La Argentina*, 2<sup>da</sup> edición, - Editor/es: Maddaloni, J& - INTA. – ISBN/ISSN: 987–9455-49-5. 542 p.
- Matthew, C., Van Loo, E. N., Thom, E. R., Dawson, L. A., Care, D. A. (2001).** Understanding shoot and root development. In *Proceedings of the XIX International Grassland Congress*. São Paulo, Brazil. (Eds JA Gomide, WRS Mattos, SC da Silva, AMC Filho). Pp. 19-27.
- Mendoza, P. S. I., Hernández, G. A., Pérez, P. J., Quero, C. A. R., Escalante, E. J. A. S., Zaragoza, R. J. L., Ramírez, R. O. (2010).** Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 1(3):287-296.
- Mendoza, P. S. I. 2008.** Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa en respuesta a diferente frecuencia de corte. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 103 p.
- Michaud, R., Lehman, W.F. y Rumbaugh, M.D. (1988).** Distribución mundial y desarrollo histórico. *Mejora de alfalfa y alfalfa*. 29(1):25-91.
- Morales, A. J., Victoria, J. L. J., Velasco, V. A. V., Aparicio, Y. V., del Valle, J. R. E., Garay, A. H. (2006).** Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la Mixteca de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 44(3). Pp. 277-288.



- Muslera, P., y Ratera, G. (1991).** Praderas y forrajes. Producción y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674p.
- Núñez, H. G., Quiroga, G. M. H., Medina, G. G., Ruiz, C. J. A., Santamaría, C. J., Tiscareño, L. M. (2000).** Evaluación del modelo epic para estimar el potencial productivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en diferentes ambientes ecológicos de México. *Técnica Pecuaria en México*. 38(2): 151-161.
- Odorizzi, A. S. (2015).** Parámetros genéticos, rendimiento y calidad forrajera en alfalfas (*Medicago sativa* L) extremadamente sin reposo con expresión variable del carácter multifo-liolado obtenidas por selección fenotípica recurrente. Tesis doctoral. Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 150 p.
- Pedroza, S. A., Ríos F. J. L., Torres M. M., Cantú, B. J. E., Piceno, S. C., Yáñez, Ch. L. G. (2014).** Eficiencia del agua de riego en la producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.): impacto social y económico. *Terra Latinoamericana*, 32(3). Pp 231-239.
- Pérez, B. M. T., Hernández, G. A., Pérez, P. J., Herrera, H. J. G., Bárcena, G. R. (2002).** Respuesta productiva y dinámica de rebrote del pasto ballico perenne a diferentes alturas de corte. *Técnica pecuaria México* 40: Pp 251-263.
- Richards, J. H. y Briske, D. D., (1993).** Physiology of plants recovering from defoliation. In *Proceedings of the XVII international grassland congress* 85p.
- Rivas, J. M. A., C. López C., A. Hernández G., y P. Pérez J. 2005.** Efecto de tres regímenes de cosecha en el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Téc. Pecu. Méx.* 43(1):79-92.
- Rodríguez, S. F. (1989).** Fertilizantes. *Nutrición Vegetal*. A. G. T. Editor, S. A. México, 157 p.

- Rojas García, A. R. (2011).** Dinámica de crecimiento y rendimiento de forraje de diez variedades de alfalfa. Tesis (Maestría en Ciencias, especialista en Ganadería). Colegio de Postgraduados. 63 p.
- Rojas, G. A. R., Hernández, G. A., Cansino, S. J., Maldonado, P. M. D. L. Á., Mendoza, P. S. I., Álvarez, V. P., Joaquín, T. B. M. (2016).** Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8):1855-1866.
- Rojas, G.M. (1993).** Fisiología Vegetal Aplicada. cuarta edición. Editorial interamericana McGraw-Hill. México. 275 p.
- Rosado, A. 2011.** Utilización de diferentes profundidades de labranza mínima en el establecimiento de alfalfa (*Medicago sativa*) y su efecto en los rendimientos productivos. Universidad Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis. Riobamba - Ecuador. 85 p.
- RUOA, (2021).** Observatorio atmosférico Saltillo UNAM. <https://www.ruoa.unam.mx/index.php?page=estaciones&id=10>. (12, Febrero, 2021).
- Sabanci, C., Ertus, M., Celebi, S. (2013).** Collection, Conservation and Evaluation for Forage Yield of Alfalfa Landraces Grown in East Anatolia. Turkish Journal OfFieldCrops,18(1), Pp 46-51. Retrievedfrom. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tjfc/issue/17122/179041>
- Sader, (2020).** <https://www.gob.mx/agricultura/hidalgo/articulos/alfalfa-principal-alimento-para-el-ganado-hidalguense?idiom=es>. (09, febrero, 2021).
- Salas, B.J.E. (1998).** Estado fisiológico óptimo de corte en alfalfa durante el verano y otoño. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 88p.

- Salinas, C. S. (2005).** Pasado, presente y futuro de la alfalfa en México. Ficha técnica de Semillas Berenten, SA de CV Departamento de investigación y desarrollo. 20 p. [www.sebesa.com.mx](http://www.sebesa.com.mx)
- SIAP, (2018).** Alfalfa verde, producción y comercio exterior, SIAP., <https://www.gob.mx/siap/articulos/alfalfa-verde-produccion-y-comercio-exterior>. (05, febrero, 2013).
- SIAP, (2019).** Cierre de la producción agrícola SIAP. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. (10, febrero, 2021).
- Skinner, R. H., Morgan, J. A., y Hanson, J. D. (1999).** Carbon and nitrogen reserve remobilization following defoliation: Nitrogen and elevated CO<sub>2</sub> effects. Crop Science. Pp 1749-1756.
- Soriano, S. (2003).** Importancia del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el estado de Baja California Sur. Universidad Autónoma Agraria "ANTONIO NARRO". Monografía. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 113 p.
- Soto, P., Jahn, E., & Arredondo, S. (2004).** Investigación-especies leguminosas forrajeras para corte en suelos arcillosos de mal drenaje (Forage legume species for cutting on heavy clay soils with bad drainage). Agricultura Técnica. Pp 157-164.
- Speeding, C. R. W. (1971).** Grassland Ecology. Clarendon press. Oxford, Great Britain. 221 p.
- Tovar, F. J. (2006).** Incremento en invernadero de la cantidad y calidad del follaje de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) variedad Florida 77 causado por la combinación de fertilización biológica y química en un suelo de la serie Bermeo de la sabana de Bogota. Universitas Scientiarum. Revista de la Facultad de Ciencias. Edición Especial. 11: Pp 61-72. <http://radalyc.uaemex.mx>

- Ueno, M., y Smith, D. (1970).** Growth and Carbohydrate Changes in the Root Wood and Bark of Different Sized Alfalfa Plants during Regrowth after Cutting 1. *Crop science*, 10(4) Pp 396-399.
- Velazco, Z. M. 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 ovillo (*Dactylis Glomerata* L.). Técnica Pecuaria en México. 104 p.
- Vilela, D., Basigalup, D.H., Juntolli, F. V., Ferreira, R. P. (2018).** Prioridades de investigación y futuro de la alfalfa en América Latina. En Actas del Segundo Congreso Mundial de Alfalfa, Córdoba, Argentina. Pp 140-143.
- Villegas, A. Y., Hernández G. A. J., Pérez, P., C. López C., J. G. Herrera H., y Enríquez Q. J (2004).** Patrones estacionales de crecimiento de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Téc. Pecu. Méx.* 42(1):145-158.
- Volenec, J. J., Ourry, A., y Joern, B. C. (1996).** A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Physiologia Plantarum*, 97(1):185-193.
- Zaragoza, E. J. A. (2000).** *Crecimiento y acumulación de forraje de los pastos Ballico Lolium perenne L. y Ovillo Dactylis glomerata L. a diferentes frecuencias de corte* (Doctoral dissertation, Tesis, Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. México). 98 p
- Zaragoza, E. J., Hernández, G. A. J., Pérez P., J. G. Herrera H., F. Osnaya G., P. A. Martínez H., González, S. M., Quero, A. R C. (2009).** Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovillo. *Téc. Pecu. Méx.* 47. Pp 173-188.
- Zaragoza, E. J. A. (2004).** Dinámica de crecimiento y productividad de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferente manejo de defoliación. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 68 p.

## VII. ANEXOS

**Cuadro 8.** Análisis de varianza del rendimiento de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	476 <sup>Ae</sup>	1000 <sup>Ae</sup>	2143 <sup>Ad</sup>	2623 <sup>Acd</sup>	3466 <sup>Abc</sup>	3734 <sup>Ab</sup>	4768 <sup>Aa</sup>	2601 <sup>A</sup>	<.0001	332	949
Verano	143 <sup>Bc</sup>	231 <sup>Ac</sup>	648 <sup>Ac</sup>	3139 <sup>Aab</sup>	3912 <sup>Aa</sup>	2876 <sup>Aab</sup>	2405 <sup>Bb</sup>	1908 <sup>B</sup>	<.0001	368	1050
$\bar{x}$	309 <sup>d</sup>	615 <sup>d</sup>	1395 <sup>c</sup>	2881 <sup>b</sup>	3689 <sup>a</sup>	3305 <sup>ab</sup>	2586 <sup>ab</sup>	2254	0.0102	49	174
Sig.	0.05	0.16	0.97	0.12	0.25	0.19	0.11	<.0001			
EEM	61	389	1129	257	239	311	605	257			
DMS	214	1368	3967	904	842	1092	2127	736			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística (P< 0.05).

**Cuadro 9.** Análisis de varianza de la aportación de hoja (%) al rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							Promedio	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	54 <sup>Aab</sup>	59 <sup>Aa</sup>	58 <sup>Aa</sup>	53 <sup>Aab</sup>	56 <sup>Aa</sup>	49 <sup>Aab</sup>	41 <sup>Ab</sup>	53 <sup>A</sup>	0.0197	5	14
Verano	59 <sup>Aa</sup>	50 <sup>Bab</sup>	49 <sup>Babc</sup>	40 <sup>Bcd</sup>	41 <sup>Bbcd</sup>	39 <sup>Ad</sup>	35 <sup>Ad</sup>	44 <sup>B</sup>	0.0004	3	10
Promedio	56 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>	46 <sup>bc</sup>	48 <sup>abc</sup>	44 <sup>cd</sup>	38 <sup>d</sup>	48	0.1242	2	8
Sig.	0.39	0.06	0.04	0.03	0.09	0.50	0.59	<.0001			
EEM	5	2	2	2	4	7	5	2			
DMS	17	6	6	6	12	25	17	7			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula, en cada fila indican diferencia estadística (P< 0.05).

**Cuadro 10.** Análisis de varianza de la aportación de tallo (%) al rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	24 <sup>Ab</sup>	35 <sup>Aab</sup>	39 <sup>Aa</sup>	39 <sup>Ba</sup>	41 <sup>Aa</sup>	37 <sup>Bab</sup>	38 <sup>Aab</sup>	36 <sup>B</sup>	0.03	5	14
Verano	41 <sup>Ab</sup>	45 <sup>Aab</sup>	47 <sup>Aab</sup>	58 <sup>Aa</sup>	54 <sup>Aa</sup>	56 <sup>Aa</sup>	49 <sup>Aab</sup>	50 <sup>A</sup>	0.02	6	16
$\bar{x}$	32 <sup>b</sup>	37 <sup>ab</sup>	43 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	43 <sup>a</sup>	43	0.02	2	5
Sig.	0.14	0.16	<.0001	0.06	0.13	0.10	0.41	0.005			
EEM	5	4	0	4	4	5	8	4			
DMS	17	13	0	13	15	18	29	11			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 11.** Análisis de varianza de la aportación de material muerto (%) al rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	2 <sup>Ab</sup>	3 <sup>Aab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Ab</sup>	7 <sup>Aa</sup>	8 <sup>Aa</sup>	3 <sup>A</sup>	<.0001	36	103
Verano	0 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Aab</sup>	1 <sup>Aab</sup>	3 <sup>Aab</sup>	6 <sup>Aab</sup>	2 <sup>A</sup>	0.0228	2	7
$\bar{x}$	1 <sup>ab</sup>	1.5 <sup>ab</sup>	0.5 <sup>b</sup>	1 <sup>ab</sup>	1 <sup>ab</sup>	5 <sup>ab</sup>	7 <sup>a</sup>	2	0.1938	0.9	3
Sig.	0	0.36	<.0001	0.31	0.80	0.18	0.61	0.02			
EEM	0	2.16	0	0.40	0.81	1.63	3.74	2.03			
DMS	0	8	0	1	3	6	13	5.81			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).



**Cuadro 12.** Análisis de varianza de la aportación de maleza (%) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	21 <sup>Aa</sup>	3 <sup>Aa</sup>	2 <sup>Aa</sup>	6 <sup>Aa</sup>	2 <sup>Aa</sup>	6 <sup>Aa</sup>	12 <sup>Aa</sup>	8 <sup>A</sup>	0.09	189	541
Verano	0 <sup>Aa</sup>	4 <sup>Aa</sup>	2 <sup>Aa</sup>	1 <sup>Aa</sup>	2 <sup>Aa</sup>	1 <sup>Aa</sup>	9 <sup>Aab</sup>	3 <sup>B</sup>	0.69	7	19
$\bar{x}$	10 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	5	0.04	0.8	3
Sig.	0.26	0.65	0.41	0.43	0.22	0.35	0.67	0.21			
EEM	10	5	1	5	1	5	13	5			
DMS	34	15	5	18	4	16	45	13			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 13.** Análisis de varianza de la aportación de inflorescencia (%) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							Promedio	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	0 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Aa</sup>	2 <sup>Aa</sup>	1 <sup>Aa</sup>	1 <sup>Aa</sup>	1 <sup>A</sup>	0.05	0.67	1.92
Verano	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Aa</sup>	2 <sup>Aab</sup>	1 <sup>Aab</sup>	0 <sup>B</sup>	0.04	0.54	1.56
Promedio	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1	0.02	0.04	0.14
Sig.	0	0	0	0	0.05	0.12	0.53	0.01			
EEM	0	0	0	0	0.40	0.40	0.40	0.48			
DMS	0	0	0	0	1	1	1	1			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 14.** Análisis de varianza del rendimiento de hoja (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	255 <sup>Ab</sup>	591 <sup>Ab</sup>	1251 <sup>Aab</sup>	1396 <sup>Aa</sup>	1929 <sup>Aa</sup>	1818 <sup>Aa</sup>	1977 <sup>Aa</sup>	1317 <sup>A</sup>	0.0001	259	741
Verano	77 <sup>Ac</sup>	116 <sup>Bc</sup>	321 <sup>Bc</sup>	1250 <sup>Aab</sup>	1599 <sup>Aa</sup>	1119 <sup>Aab</sup>	851 <sup>Ab</sup>	762 <sup>B</sup>	<.0001	173	173
$\bar{x}$	166 <sup>d</sup>	353 <sup>d</sup>	786 <sup>c</sup>	823 <sup>b</sup>	1764 <sup>a</sup>	1468 <sup>ab</sup>	1414 <sup>ab</sup>	1037	0.007	33	116
Sig.	0.05	0.04	0.07	0.34	0.11	0.35	0.19	<.0001			
EEM	90	76	184	202	125	351	380	136			
DMS	315	268	647	710	440	1231	1336	391			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula, en cada fila indican diferencia estadística (P< 0.05).

**Cuadro 15.** Análisis de varianza del rendimiento de tallo (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	113 <sup>Ad</sup>	347 <sup>Acd</sup>	844 <sup>Abc</sup>	1062 <sup>Bb</sup>	1424 <sup>Aab</sup>	1380 <sup>Aab</sup>	1800 <sup>Aa</sup>	996 <sup>A</sup>	<.0001	242	692
Verano	54 <sup>Ac</sup>	105 <sup>Bc</sup>	306 <sup>Bc</sup>	1819 <sup>Ac</sup>	2125 <sup>Aa</sup>	1618 <sup>Aa</sup>	1164 <sup>Aab</sup>	1027 <sup>A</sup>	<.0001	211	603
$\bar{x}$	83 <sup>c</sup>	226 <sup>bc</sup>	423 <sup>b</sup>	1440 <sup>a</sup>	1774 <sup>a</sup>	1499 <sup>a</sup>	1482 <sup>a</sup>	1010	0.769	51	180
Sig.	0.20	0.03	0.09	0.03	0.22	0.05	0.53	<.000 1			
EEM	22	33	119	128	266	71	450	165			
DMS	77	117	419	450	933	250	1583	472			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística (P< 0.05).

**Cuadro 16.** Análisis de varianza del rendimiento de material muerto (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	0 <sup>Ab</sup>	31 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Ab</sup>	28 <sup>Ab</sup>	21 <sup>Ab</sup>	259 <sup>Aa</sup>	360 <sup>Aa</sup>	100 <sup>A</sup>	0.0317	0.03	103
Verano	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	5 <sup>Ab</sup>	44 <sup>Aab</sup>	54 <sup>Aab</sup>	78 <sup>Aab</sup>	115 <sup>Ba</sup>	42 <sup>B</sup>	<.0001	35.8	103
$\bar{x}$	0 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	36 <sup>b</sup>	37 <sup>b</sup>	168 <sup>b</sup>	237 <sup>a</sup>	75	0.0560	11.6	41
Sig.	0	0.39	0.15	0.23	0.53	0.17	0.09	<.0001			
EEM	0	22	1	14	29	63	57	25			
DMS	0	77	5	48	102	220	201	72			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística (P< 0.05).

**Cuadro 17.** Análisis de varianza del rendimiento de maleza (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	107 <sup>Aab</sup>	31 <sup>Ab</sup>	47 <sup>Aab</sup>	138 <sup>Aab</sup>	56 <sup>Aab</sup>	220 <sup>Aab</sup>	572 <sup>Aa</sup>	167 <sup>A</sup>	0.08	189	541
Verano	0 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Aa</sup>	16 <sup>Aa</sup>	25 <sup>Aa</sup>	68 <sup>Aa</sup>	39 <sup>Aa</sup>	253 <sup>Aa</sup>	59 <sup>B</sup>	0.59	168	480
$\bar{x}$	53 <sup>b</sup>	15 <sup>b</sup>	23 <sup>b</sup>	69 <sup>ab</sup>	62 <sup>ab</sup>	129 <sup>ab</sup>	412 <sup>a</sup>	112	0.04	18	64
Sig.	0.33	0.56	0.49	0.39	0.19	0.36	0.56	0.04			
EEM	62	18	33	87	38	172	395	124			
DMS	219	66	116	305	133	604	1387	356			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 18.** Análisis de varianza del rendimiento de Inflorescencia (kg MS ha<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	36 <sup>Aab</sup>	57 <sup>Aa</sup>	59 <sup>Aa</sup>	22 <sup>A</sup>	0.004	19	54
Verano	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	1 <sup>Ab</sup>	67 <sup>Aa</sup>	22 <sup>Aab</sup>	23 <sup>Aab</sup>	16 <sup>B</sup>	0.043	22	64
$\bar{x}$	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	51 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	19	0.009	1	4
Sig.	0	0	0.53	0.53	0.03	0.21	0.38	0.01			
EEM	0	0	0	1	12	17	20	19			
DMS	0	0	1	4	43	59	69	54			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 19.** Análisis de varianza de la tasa de crecimiento del forraje (kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	68 <sup>Aa</sup>	71 <sup>Aa</sup>	102 <sup>Aa</sup>	94 <sup>Aa</sup>	99 <sup>Aa</sup>	89 <sup>Aa</sup>	97 <sup>Aa</sup>	89 <sup>A</sup>	0.099	14	40
Verano	20 <sup>Bcd</sup>	16 <sup>Bd</sup>	31 <sup>Bcd</sup>	112 <sup>Aa</sup>	112 <sup>Aa</sup>	68 <sup>Aa</sup>	49 <sup>Bbc</sup>	58 <sup>B</sup>	<.0001	10	29
$\bar{x}$	44 <sup>c</sup>	43 <sup>c</sup>	66 <sup>c</sup>	103 <sup>a</sup>	105 <sup>a</sup>	78 <sup>ab</sup>	73 <sup>b</sup>	73	0.0209	3	10
Sig.	0.05	0.04	0.07	0.13	0.24	0.19	0.11	<.0001			
EEM	8	8	14	9	7	7	12	9			
DMS	31	30	49	33	25	25	42	28			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).



**Cuadro 20.** Análisis de varianza de la relación hoja:tallo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	2.4 <sup>Aa</sup>	1.7 <sup>Ab</sup>	1.5 <sup>Ab</sup>	1.4 <sup>Ab</sup>	1.4 <sup>Ab</sup>	1.4 <sup>Ab</sup>	1.1 <sup>Ab</sup>	1.5 <sup>A</sup>	0.0011	0.21	0.62
Verano	1.4 <sup>Ba</sup>	1.1 <sup>Bab</sup>	1.1 <sup>Bbc</sup>	0.7 <sup>Bc</sup>	0.8 <sup>Abc</sup>	0.7 <sup>Ac</sup>	0.7 <sup>Bc</sup>	0.9 <sup>B</sup>	0.0002	0.12	0.36
$\bar{x}$	2.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>	1.0 <sup>bc</sup>	1.0 <sup>bc</sup>	1.0 <sup>bc</sup>	1.0 <sup>bc</sup>	1.0 <sup>c</sup>	1.2	0.0107	0.04	0.16
Sig.	0.02	0.06	<.0001	0.04	0.23	0.14	0.06	0.0003			
EEM	0.10	0.10	0.00	0.12	0.25	0.20	0.08	0.14			
DMS	0.37	0.37	0.00	0.43	0.89	0.71	0.28	2.8			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 21.** Análisis de varianza de la altura de planta (cm) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							Promedio	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	14 <sup>Ad</sup>	27 <sup>Ac</sup>	44 <sup>Bb</sup>	46 <sup>Bab</sup>	52 <sup>Bab</sup>	52 <sup>Aab</sup>	53 <sup>Aa</sup>	41 <sup>B</sup>	<.0001	3	8
Verano	16 <sup>Ad</sup>	40 <sup>Ac</sup>	60 <sup>Ab</sup>	76 <sup>Aa</sup>	73 <sup>Aa</sup>	69 <sup>Aa</sup>	73 <sup>Aa</sup>	58 <sup>A</sup>	<.0001	3	8
Promedio	15 <sup>d</sup>	33 <sup>c</sup>	52 <sup>b</sup>	61 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	50	0.0187	2	6
Sig.	0.544	0.187	0.042	0.009	0.005	0.161	0.012	<.0001			
EEM	2	5	2	2	1	5	2	2			
DMS	8	16	8	7	4	19	6	5			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).

**Cuadro 22.** Análisis de varianza del porcentaje de luz interceptada (%) de alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Premium, cosechada a diferentes días de rebrote, en las estaciones de primavera - verano 2019.

Estación	Días De Rebrote (DDR)							$\bar{x}$	Sig.	EEM	DMS
	7	14	21	28	35	42	49				
Primavera	33 <sup>Ab</sup>	80 <sup>Aa</sup>	77 <sup>Aa</sup>	86 <sup>Aa</sup>	86 <sup>Aa</sup>	81 <sup>Ba</sup>	80 <sup>Ba</sup>	75 <sup>B</sup>	0.0004	9.3	27
Verano	30 <sup>Ab</sup>	95 <sup>Aa</sup>	99 <sup>Aa</sup>	90 <sup>Aa</sup>	90 <sup>Aa</sup>	96 <sup>Aa</sup>	97 <sup>Aa</sup>	85 <sup>A</sup>	<.0001	7.5	22
$\bar{x}$	31 <sup>b</sup>	87 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	88 <sup>a</sup>	79.9	0.2239	4.7	16
Sig.	0.71	0.45	0.27	0.88	0.88	0.03	0.02	<.0001			
EEM	9	11	11	16	16	2	2	4			
DMS	31	38	40	56	56	8	6	10			

Diferente literal minúscula, en cada columna y diferente literal mayúscula en cada fila indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).