

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO ESTACIONAL DE TRES ESPECIES  
FORRAJERAS BAJO CONDICIONES DEL SURESTE DE COAHUILA MÉXICO

TESIS

Que presenta ALAN EMMANUEL FUENTES HUERTA

como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Diciembre 2022

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO ESTACIONAL DE TRES ESPECIES  
FORRAJERAS BAJO CONDICIONES DEL SURESTE DE COAHUILA MÉXICO

TESIS

Elaborada por ALAN EMMANUEL FUENTES HUERTA como requisito parcial  
para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con  
la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría



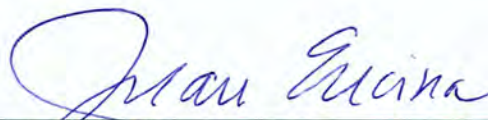
---

Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez  
Director de Tesis



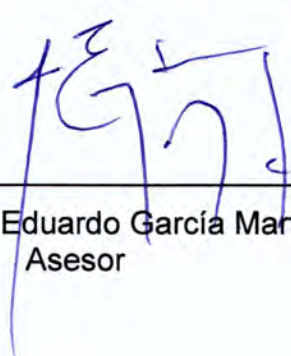
---

Dr. Miguel Mellado Bosque  
Asesor



---

Dr. Juan Antonio Encina Domínguez  
Asesor



---

Dr. José Eduardo García Martínez  
Asesor



---

Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno  
Jefe del Departamento de Postgrado



---

Dr. Antonio Flores Naveda  
Subdirector de Postgrado

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por el don de la vida y permitirme concluir una de las metas más importantes de mi vida profesional.

A mi alma mater **UAAAN**, y al programa de posgrado **Producción Agropecuaria**, por la oportunidad brindada para llevar a cabo mis estudios de maestría.

A mis padres **María de Jesús Huerta Briones y Jorge Fuentes Martínez** por su apoyo incondicional, a mi hermano **Marco Antonio Fuentes Huerta**, por todos sus consejos tanto profesionales como de apoyo incondicional, que gracias a los consejos brindados he logrado mis metas profesionales.

Al **Dr. Perpetuo Alvares Vásquez**, por compartir sus conocimientos, experiencias y sobre todo principalmente por brindarme su amistad, tiempo y sobre todo su confianza.

A los académicos y asesores que de forma directa o indirecta contribuyen en mi formación profesional **Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque, Dr. José Eduardo García Martínez** y al **Dr. Juan Antonio Encina Domínguez**, que sin duda realizaron valiosas aportaciones para realizar lo mejor posible este trabajo.

Al **CONACYT** por el apoyo económico para realizar los estudios de Maestría.

A mi compañero de posgrado **Abel Hipólito Ruiz**, que me brindó su amistad y apoyo en todo momento.

## **DEDICATORIA**

A mis padres:

**María de Jesús Huerta y Jorge Fuentes.**

A mi hermano:

**Marco Antonio Fuentes.**

A mi abuelo:

**Eulalio Huerta Castillo (†).**

A mi tío:

**Víctor Manuel Martínez.**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	..v
LISTA DE CUADROS .....	..vii
i	
LISTA DE FIGURAS .....	..x
RESUMEN .....	..x
i	
ABSTRACT .....	..xi
i	
I.INTRODUCCIÓN .....	...1
1.1 Hipótesis.....	2
1.2 Objetivo general .....	2
1.3 Objetivos específicos .....	2
II.REVISIÓN DE LITERATURA.....	...3
2.1 Principales leguminosas y gramíneas forrajeras en México .....	3
2.1.1 Leguminosas.....	3
2.1.2 Gramíneas.....	4
2.2 Principales especies forrajeras en el norte de México y Sureste de Coahuila .....	4
2.3 Generalidades de las especies de estudio .....	5
2.3.1 Trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.).....	5
2.3.2 Pasto ovilla ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) .....	5
2.3.3 Ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.) .....	7
2.3 Clima del estado de Coahuila.....	8
2.3.1 Temperatura .....	8
2.3.2 Precipitación.....	8
2.4 Factores que afectan la producción y el crecimiento de los forrajes.....	9
2.4.1 Suelo.....	9
2.4.2 Humedad .....	9

2.4.3	Temperatura .....	10
2.4.4	Radiación solar .....	10
2.5	Componentes del rendimiento .....	11
2.5.1	Rendimiento de materia seca.....	11
2.5.2	Composición botánica morfológica .....	11
2.5.3	Relación de la hoja respecto al tallo.....	11
2.5.4	Altura de la planta .....	12
2.5.5	Radiación interceptada .....	12
2.5.6	Área foliar .....	13
2.5.6	Factores que afectan el rebrote de los forrajes .....	13
2.5.6.1	Meristemos de crecimiento .....	13
2.5.6.2	Reserva de carbohidratos .....	13
2.5.6.3	Índice de área foliar.....	14
2.5.6.4	Frecuencia e intensidad de corte .....	14
2.5.6.5	Producción estacional de forraje .....	15
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1	Descripción del área experimental .....	16
3.3	Diseño experimental y análisis estadístico.....	17
3.4	VARIABLES A EVALUAR .....	17
3.4.1	Rendimiento de materia seca.....	17
3.4.2	Composición botánica morfológica .....	18
3.4.3	Relación hoja: tallo.....	18
3.4.4	Altura de la planta .....	19
3.4.4.1	Método de regla.....	19
3.4.4.2	Método de plato.....	19
3.4.5	Radiación interceptada .....	19
3.4.6	Pesos individual de tallo.....	20
3.4.7	Pesos individual de hoja.....	21
3.4.8	Área foliar por tallo .....	21
3.4.9	Dinámica de tallos .....	21
3.4.10	Elongación de hoja .....	22

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>.23</b>
4.1 Rendimiento de materia seca .....	23
4.2 Composición botánica morfológica .....	24
4.3 Relación hoja:tallo .....	28
4.4 Altura de la planta .....	29
4.5 Radiación interceptada .....	32
4.6 Peso individual de tallo .....	33
4.7 Peso de hoja por tallo .....	35
4.8 Área foliar por tallo .....	36
4.9 Dinámica de tallos .....	37
4.10 Elongación y senescencia de hoja .....	41
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>.44</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>.45</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>.49</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Descripción taxonómica de trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.) .....	5
Cuadro 2.	Descripción taxonómica de pasto ovillo ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) .....	6
Cuadro 3.	Descripción taxonómica de ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.) .....	7
Cuadro 4.	Rendimiento de Materia Seca (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de (TB) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), (PO) pasto ovillo ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y (BP) ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. .....	24
Cuadro 5.	Relación hoja:tallo de (TB) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), (PO) pasto ovillo ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y (BP) ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. .....	29
Cuadro 6.	Altura de la planta (cm) estimada mediante dos métodos en (TB) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), (PO) pasto ovillo ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y (BP) ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.....	31
Cuadro 7.	Peso individual de tallo (g Ms tallo <sup>-1</sup> ) de (TB) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), (PO) pasto ovillo ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y (BP) ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. .....	34



Cuadro 8.	Peso individual de hoja (g MS tallo <sup>-1</sup> ) de (TB) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), (PO) pasto ovilla ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y (BP) ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.....	35
Cuadro 9.	Área foliar por tallo en cm <sup>2</sup> tallo <sup>-1</sup> , de (TB) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), (PO) pasto ovilla ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y (BP) ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.....	36

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de la precipitación total (488mm), temperatura máxima (29.7) y mínima (7.4) registradas mensualmente durante el periodo experimental, evaluando las estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera). .....	16
Figura 2.	Composición botánica morfológica estacional de (TB) trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), (PO) pasto ovilla ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y (BP) ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.....	27
Figura 3.	Radiación interceptada (%) de trébol blanco ( <i>Trifolium repens</i> L.), pasto ovilla ( <i>Dactylis glomerata</i> L.) y ballico perenne ( <i>Lolium perenne</i> L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. .....	33
Figura 4.	Tasa de aparición de tallos vivos mensual (TAT) de trébol blanco <i>Trifolium repens</i> L., pasto ovilla <i>Dactylis glomerata</i> L. y ballico perenne <i>Lolium perenne</i> L., en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. .....	39
Figura 5.	Tasa de aparición de tallos muertos mensual (TMT) de trébol blanco <i>Trifolium repens</i> L., pasto ovilla <i>Dactylis glomerata</i> L y ballico perenne <i>Lolium perenne</i> L., en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. .....	40
Figura 6.	Elongación y senescencia de hoja de trébol blanco <i>Trifolium repens</i> L., pasto ovilla <i>Dactylis glomerata</i> L. y ballico perenne <i>Lolium</i>	42

*perenne* L., en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.....

## RESUMEN

### COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO ESTACIONAL DE TRES ESPECIES FORRAJERAS BAJO CONDICIONES DEL SURESTE DE COAHUILA MÉXICO

ALAN EMMANUEL FUENTES HUERTA

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Director de tesis:

**Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez**

El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de tres especies forrajeras, bajo las condiciones edafo-climáticas del sureste de Coahuila México, con un suelo migajón arcilloso arenoso, un pH de 7.3 y un clima templado semiseco. Se evaluaron praderas de Trébol Blanco *Trifolium repens* L (TB), Pasto Ovillo *Dactylis glomerata* L (PO) y Ballico Perenne *Lolium perenne* L (BP), establecidas a una densidad de siembra de 5, 20 y 10 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. En un área de 448 m<sup>2</sup> se establecieron nueve parcelas de 25 m<sup>2</sup>, la siembra se realizó el 19 de febrero de 2021 y se realizó un corte de uniformización a 5 cm de altura sobre el suelo al tener 122 Días Después de la Siembra. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones y se realizaron doce cortes. Se evaluó: Rendimiento de Materia Seca (RMS), Composición Botánica-Morfológica (CBM), relación hoja:tallo (R=H:T), Altura de la planta (AP), Radiación interceptada (RI), Peso individual de tallo y hoja (PIT y PIH), Área foliar (AF), Dinámica de tallos (DT) y Elongación de hoja (EH). El mayor registro de RMS se presentó durante la primavera con 4,747 kg MS ha<sup>-1</sup>. En la CBM, la hoja registro mayores resultados a diferencia del resto de los componentes. La mayor altura registrada fue durante la primavera y verano. La mayor relación hoja: tallo fue de 34 durante el invierno.

En las estaciones de primavera y verano se registraron los mayores rendimientos de materia seca. Con intervalos de corte de 28 días en primavera-verano, otoño 35 días y en invierno 42.

**Palabras clave:** Trébol blanco, Pasto oவில், Ballico perenne, Radiación interceptada.

## **ABSTRACT**

### **SEASONAL PRODUCTIVE BEHAVIOR OF THREE FODDER SPECIES UNDER SOUTHEAST COAHUILA MEXICO CONDITIONS**

**ALAN EMMANUEL FUENTES HUERTA**

**Presented as a partial requirement to obtain the degree of:  
MASTER IN AGROPECUARIAN PRODUCTION SCIENCE  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**Adviser:**

**Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez**

The objective was to evaluate the productive performance of three fodder species under the soil and climatic conditions of southeastern Coahuila, Mexico, with sandy clay loam soil, a pH of 7.3, and a semi-dry temperate climate. White clover, *Trifolium repens* L; orchard grass, *Dactylis glomerate* L; and perennial ryegrass, *Lolium perenne* L; established respectively at a seeding density of 5; 20 and 10 kg ha<sup>-1</sup>, were evaluated. In an area of 448 m<sup>2</sup> nine plots of 25 m<sup>2</sup> were established, planting was done on February 19, 2021, and a standardization cut was made at 5 cm above the ground at 122 DDS. A randomized complete block design with three replications was used and twelve cuts were made. The following were evaluated: Dry Matter Yield, Botanical-Morphological Composition, leaf-stem ratio, Plant Height, Intercepted Radiation, Individual Stem and Leaf Weight, Leaf Area, Stem Dynamics, and Leaf Elongation. The highest RMS was recorded during spring with 4,747 kg DM ha<sup>-1</sup>. In the CBM, the leaf recorded higher results than the rest of the components. The greatest height recorded was during spring and summer. The highest leaf-stem ratio was 34 during the winter. The highest dry matter yields were recorded in the spring and summer seasons. Cutting intervals were 28 days in spring-summer, 35 days in autumn, and 42 days in winter.

**Keywords:** White clover, Orchard grass, Perennial ryegrass, Intercepted radiation.

## I. INTRODUCCIÓN

En México la ganadería fue introducida en la colonización, esta actividad se presenta en tres modelos diferentes extensivo, intensivo y de auto consumo, en ella existen varios factores que influyen en el buen desarrollo de los animales para obtener una buena producción de carne o leche según sea el propósito de estos, como los forrajes que se utiliza para su alimentación, acceso a fuentes de agua, la temperatura y la óptima humedad, el relieve del suelo, además de la vegetación (Castro-Borunda, 2017). Ya que los forrajes son la base en la alimentación del ganado para la producción de alimentos primarios de origen animal como carne y leche en la mayoría de las unidades de producción animal, en las zonas templadas de México (SAGARPA, 2010). Así mismo, los forrajes son fundamentales para la alimentación de rumiantes y no rumiantes bajo condiciones de pastoreo o condiciones de corral estabulado (Rojas *et al.*, 2017). Por lo tanto, para lograr un buen forraje es necesario conocer la distribución de la producción de materia seca en el transcurso de las temporadas del año de las especies que se cultivan para poder identificar las características de la temporada de abundancia de forraje y la temporada de escasas de estos (Gray *et al.*, 1987). Algunas leguminosas y gramíneas más empleadas en los sistemas de producción en pastoreo son: el trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L), el pasto oவில் (*Dactylis glomerata* L.) y ballico o raigrás perenne (*Lolium perenne* L.) (Ventura-Ríos *et al.*, 2020). Existen estudios que reportan el efecto de la defoliación y aprovechamiento de los forrajes para la adecuada utilización de una pradera pura o mixta (Velasco *et al.*, 2001; Da Silva *et al.*, 2010). Por esto se requiere de conocer el crecimiento de las especies presentes, dado que, la producción de materia seca estacional y anual es muy variable y presenta cambios fisiológicos y morfológicos en un momento dado (Durand *et al.*, 1999). La producción o rendimiento de un forraje depende de la cantidad de materia seca que se produce durante el año, junto con el efecto de los recursos ambientales, tasa de crecimiento y el desarrollo de la planta (McKenzie *et al.*, 1999). Por este motivo es necesario disponer de datos cuantitativos de la distribución de la materia seca producida en cada estación del año.

## 1.1 Hipótesis

Hi: Bajo condiciones edafoclimáticas del sureste del estado de Coahuila existe mayor producción de forraje en la estación de primavera - verano, en los pastos trébol blanco (*Trifolium repens* L.) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico o raigrás perenne (*Lolium perenne* L.).

Hi: La hoja como componente hace el mayor aporte, en consecutivo por el tallo, material muerto, inflorescencia y maleza durante el verano, otoño e invierno, así como en primavera.

## 1.2 Objetivo general

- Evaluar y determinar el rendimiento acumulado estacional de forraje durante primavera, verano, otoño e invierno de las especies trébol blanco (*Trifolium repens* L.) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico o raigrás perenne (*Lolium perenne* L.), bajo las condiciones edafoclimáticas del sureste del estado de Coahuila.

## 1.3 Objetivos específicos

- Determinar, **la producción de materia seca, composición botánica morfológica, relación hoja:tallo, altura de la planta, radiación interceptada, peso individual de tallo y hoja , área foliar en los pastos:** trébol blanco (*Trifolium repens* L.), pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.), ballico (*Lolium perenne* L.), bajo las condiciones edafoclimáticas del sureste del estado de Coahuila.
- Determinar la dinámica aparición de tallos vivos y muertos y elongación de hoja, anual y estacionalmente de los pastos: trébol blanco (*Trifolium repens*

L.), pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.), ballico (*Lolium perenne* L.) bajo las condiciones edafoclimáticas del sureste del estado de Coahuila.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Principales leguminosas y gramíneas forrajeras en México

#### 2.1.1 Leguminosas

Al rededor del mundo se pueden encontrar 19,400 especies de leguminosas, las cuales se distribuyen en 730 géneros; de esta cantidad de especies se ha estudiado una mínima parte la cual ha sido demostrada con términos antropogénicos, el resto de las especies han sido utilizadas en sus ecosistemas naturales con diferentes propósitos (Villanueva *et al.*, 2010). Las leguminosas tienen una alta capacidad para alcanzar mayor estabilidad productiva y ecológica de los ecosistemas bajo pastoreo, requieren de manejos planeados en los pastoreos para alcanzar su persistencia en las praderas, esto se vuelve un factor clave para su utilización en pastoreo, las leguminosas necesitan de cuidados específicos durante la temporadas donde florecen, producen semilla y nuevos individuos (Quero-Carrillo *et al.*, 2012).

Algunas especies de leguminosas son:

- Alfalfa (*Medicago sativa* L.)
- Trébol blanco (*Trifolium repens* L.)
- Trébol rosado (*Trifolium pratense* L.)
- Trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.)
- Trébol encarnado (*Trifolium incarnatum* L.)



### 2.1.2 Gramíneas

Las gramíneas forrajeras se agrupan como especies de clima templado y de clima tropical, dentro del grupo de las gramíneas existen algunas como *Festucas* y *Phalaris*, que se desarrollan en áreas subtropicales y templadas, las gramíneas de clima templado más importantes son *Agropyron* spp (triguillos), *Bromus inermis* (bromo suave) y *Dactylis glomerata* (pasto ovilla) (Santacruz *et al.*, 2004). Las gramíneas tienen una gran importancia económica en la producción de algunos cereales para la alimentación del ganado como forraje, así como para la alimentación humana, al igual que su empleo para la eficacia de restauraciones ecológicas. (Valdés *et al.*, 2010).

Algunas especies de gramíneas son:

- Ballico anual (*Lolium multiflorum* L.)
- Ballico bianual (*Lolium multiflorum* L.)
- Ballico perenne (*Lolium perenne* L.)
- Pasto ovilla (*Dacylis glomerata* L.)
- Festuca (*Festuca arundinacea* L.)
- Falaris (*Phalaris aquatica* L.)

### 2.2 Principales especies forrajeras en el norte de México y Sureste de Coahuila

En Noreste de México en la zonas áridas y semiáridas, los periodos largos de sequía y el sobre pastoreo en los agostaderos, proporciona la degradación de estos, debido al degradación se produce una considerable disminución de forraje disponible (Francisco, 2008). Las especies que más sobresalen bajo las condiciones áridas y semiáridas que se a demostrado que tienen la mejor producción y adaptación son: zacate banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) y navajita (*Bouteloua gracilis* (HBK.) Griffiths) e introducidos como zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), zacate rhodes (*Chloris gayana* Kunth), zacate garrapata (*Eragrostis superba* Peyr) (Beltrán *et al.*, 2007).

## 2.3 Generalidades de las especies de estudio

### 2.3.1 Trébol blanco (*Trifolium repens* L.)

El trébol blanco es una especie anillanada, rastrera, perenne, con inflorescencias blancas, con tallos que producen raíces en los nudos. Es una especie utilizada para el pastoreo, sobre todo en asociación con gramíneas, así como también es requerida para henificar. Los cultivares se pueden dividir en tres grupos: el de hojas pequeñas, el común o de hojas medianas y de hojas grandes que es más adecuado para heno (FAO, 2003). Los estolones están enterrados y estos producen las raíces, que al originarse generan una planta fuerte y persistente bajo condiciones de pastoreo común e intenso. Es de origen euroasiático y tiene su distribución secundaria por África, América, así como en Oceanía (Demagnet, 2008). La descripción taxonómica se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Descripción taxonómica de trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Fabales</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Faboideae</i>
Tribu	<i>Trifolieae</i>
Género	<i>Trifolium</i>
Especie	<i>Trifolium repens</i> L

Fuente: [www.lifeder.com/trifolium-repens](http://www.lifeder.com/trifolium-repens).

### 2.3.2 Pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.)

El pasto ovilla es una gramínea de hoja color azulado, es aborigen de Europa central, norte de Asia y África templada, es capaz de adaptarse a bajas temperaturas y a la alta humedad. El hábito de crecimiento es cespitoso formando matas densas y amacolladas. El sistema

radicular es homérico y desarrollado, las plantas con inflorescencia alcanzan una altura de 50-140 cm. La inflorescencia es una panícula laxa formada por una gran cantidad de agrupamientos de espiguillas. El pasto ovilleo requiere de suelos fértiles y con buen drenaje. Es de uso común en las praderas de clima templado en el norte de México, puesto que es una especie de gramínea con una alta capacidad de crecimiento, presenta resistencia moderada al frío y sequía, se ha introducido como forraje (Hernández-Guzmán *et al.*, 2015). Esta gramínea es sembrada en líneas o al voleo; si se siembra como monocultivo la densidad de siembra es de 5 a 10 kg ha<sup>-1</sup>. El ovilleo es una especie de gran valor para la henificación en América del Norte (FAO, 2003). Las inflorescencias es una panícula angosta, de hasta 25 cm de largo, que se ubican en la punta de los tallos, y son poco ramificadas. Las ramas, que se van acortando hacia la punta de la inflorescencia, finalizan en numerosas espiguillas (CONABIO, 2016).

El pasto ovilleo (*Dactylis glomerata* L.), por sus altas cualidades de rendimiento e índole nutritiva es una especie que se cultiva en la mayor parte de México para la producción de forraje (Hannaway *et al.*, 1999). No obstante, para obtener rendimientos óptimos es necesario conocer su punto óptimo de corte para cosechar un buen forraje desde el punto de vista de rendimiento, calidad y persistencia de la pradera (Hodgson *et al.* 1990). En el cuadro 2 se muestra la descripción taxonómica.

**Cuadro 2.** Descripción taxonómica de pasto ovilleo (*Dactylis glomerata* L.).

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Género	<i>Dactylis</i>
Especie	<i>Dactylis glomerata</i> L.

Fuente: (CONABIO, 2016).

### 2.3.3 Ballico perenne (*Lolium perenne* L.)

El ballico perenne o ray grass es una especie de gramínea Euroasiática distribuida ampliamente en las zonas templadas, así como el continente americano. Es sembrada particularmente como forraje y en asociaciones con trébol blanco. Es una gramínea es anual, perenne o bianual. El tallo es cespitoso, erecto o con dobleces en los nudos y forma matas aglomeradas, su hoja puede alcanzar 22 cm de largo y 8 mm ancho. Su inflorescencia está compuesta por espiguillas comprimidas y erectas. Las raíces y los tallos para esta especie son de alta importancia pues son los componentes donde se encuentra las reservas de nitrógeno y carbono. Para la formación de nuevas hojas, las reservas de carbono y nitrógeno que se encuentran en las raíces y los tallos contribuyen en su formación (González *et al.*, 1989).

Las condiciones climáticas para esta gramínea influyen en su crecimiento ya sean temperaturas altas o bajas y las radiaciones solares, durante la época de bajas temperaturas el ballico perenne reduce su crecimiento en comparación con primavera y verano (Bolaños *et al.*, 1995). En esta gramínea es necesario tener bien definidos los momentos óptimos de corte para obtener un buen rendimiento de forraje, para poder mantener la producción animal en el año (Matthews *et al.*, 1999). En el cuadro 3 se muestra la descripción taxonómica.

**Cuadro 3.** Descripción taxonómica de ballico perenne (*Lolium perenne* L.).

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Tribu	<i>Poeae</i>
Género	<i>Lolium</i>
Especie	<i>Lolium perenne</i> L.

Fuente: <https://www.ecured.cu/Plantilla:Planta>.

## **2.3 Clima del estado de Coahuila**

Las condiciones climáticas del estado de Coahuila de Zaragoza son en su mayoría son condiciones semi extremas, puesto que el estado se encuentra dentro del territorio del desierto Chihuahuense. La mitad del territorio del estado de Coahuila, presenta un clima seco y semiseco, en proporción el clima seco presenta el 46 % y en un 5 % se registra clima templado, que se ubica en las zonas altas de las sierras del sur: San Antonio y Tampiquillo (INEGI, 2020).

### **2.3.1 Temperatura**

Este factor ambiente es de gran importancia puesto que, debido a los cambios en los aumentos y descensos de la temperatura, la vida de los seres vivos depende de este fenómeno para su adaptación. Por la ubicación y las condiciones orográficas del estado de Coahuila. Las mayores temperaturas se presentan durante la época de verano en los meses de mayo a agosto, con registros mayores a 30 °C, mientras que la temperatura más baja se presenta en el mes de enero con registros de alrededor de 4 °C. La temperatura media anual es de 18 a 22 °C (INEGI, 2020).

### **2.3.2 Precipitación**

La precipitación es la fase del ciclo hidrológico y este fenómeno consiste en la caída del agua a la superficie de la tierra, bajo las condiciones de relieve que presenta en el estado de Coahuila. La caída de lluvias presentan gran escases, se registran durante el verano; la precipitación total anual es alrededor de 400 mm (INEGI, 2020).

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

### **2.4.1 Suelo**

Es la parte superficial de la corteza terrestre que esta biológicamente activa, es el medio natural donde las plantas, animales y otros seres vivos pueden crecer y formar vida, puesto que toman los nutrientes que se requieren para sobrevivir de este elemento. Si los terrenos son ricos en minerales esenciales, las plantas crecen normalmente y adquieren una buena calidad (Duffey *et al.*, 1978). Los nutrientes para las plantas son influenciados por el pH del suelo ya que este factor es el causante de problemas como toxicidades, deficiencias, así como que las plantas no tengan los suficientes nutrientes necesarios para su desarrollo (Benton, 2003).

### **2.4.2 Humedad**

Este factor es de alta importancia para la adecuada formación de las plantas ya que influye en la producción de forraje, la humedad es indispensable puesto que es un factor que ayuda a la termorregulación de las plantas. Este efecto depende de varios factores como lo son las precipitaciones, el consumo de agua de las plantas y las temperaturas del aire. Es de gran importancia ya que debido a la humedad se produce la fijación simbiótica del nitrógeno. Los diferentes cambios de este factor son causantes de algunos trastornos en las plantas, que debido a estos se puede ver el bajo rendimiento del forraje o en situaciones extremas hasta la pérdida de los cultivos. Los estados de humedad demasiado bajas o altas tienden a producir trastornos, cuando la humedad es alta, debido a la merma del oxígeno que puede ocurrir por el encharcamiento impide la toma de oxígeno, que es un elemento importante para el metabolismo de la raíz y el proceso de fijación (Tang, 1986).

### **2.4.3 Temperatura**

Es otro factor importante para el desarrollo de las plantas, el aumento y disminución de la temperatura afecta a la planta y por ende a la producción de forraje. El clima templado, con temperaturas promedio de 15 °C, con precipitaciones promedio de 500 a 1,000 mm, afectan la tasa de desarrollo de la planta a través de sus distintas fases y la producción de hojas, tallos y otros componentes (FAO, 2001). El efecto del descenso de la temperatura es el causante del bajo rendimiento de las plantas y en casos extremos de heladas hasta la muerte de ellas. Cuando las temperaturas son demasiado bajas y que son registradas con heladas se producen daños en los tejidos jóvenes, los tallos vegetativos pueden llegar a morir a temperaturas como -5 °C, en dos o más heladas de consecutivas se pueden tener consecuencias graves en el rendimiento de materia seca (FAO, 2001). Así como las bajas temperaturas causan grandes efectos sobre las plantas las altas temperaturas también pueden causar grandes consecuencias en las plantas. Las temperaturas que son mayores a los 30 °C, donde la humedad del aire es muy baja o por arriba de 35 °C donde la humedad relativa es alta, no son de gran tolerancia para las plantas y llegan a causar daños extensivos en las cosechas (FAO, 2002).

### **2.4.4 Radiación solar**

La radiación solar se considera un factor importante para el desarrollo de las plantas, ya que la luz solar influye en muchos de los procesos que realizan las plantas como la fotosíntesis, su desarrollo, crecimiento y balances de agua. La radiación también influye en la fijación de nitrógeno mediante la relación con la fotosíntesis, esta fijación forma las sustancias que son necesarias para las plantas (INTAGRI, 2022). La actividad solar arriba a la tierra en forma de radiación solar con una longitud de onda entre 300 y 2,500 nm (Twidell *et al.*, 2006). Cuando la radiación disminuye se presentan consecuencias como baja producción de forraje y bajo rendimiento de los componentes botánicos morfológicos, por individual. El decrecimiento de la intensidad de la luz, causa un descenso en la producción de hojas, tallos y raíces este último la menor actividad fotosintética (Feigenbaum *et al.*, 1979).

## **2.5 Componentes del rendimiento**

### **2.5.1 Rendimiento de materia seca**

El rendimiento de materias seca (RMS), es la cantidad de producto final de la producción de forraje, es medida mayormente en porcentaje y/o en kilogramos de materia seca por hectárea ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ). Para obtener la materia seca se realiza un proceso de extracción de agua de dicha muestra mediante un proceso con aire o secado forzado. La materia seca es el producto que se produce de una muestra verde o forraje fresco de una pradera, ensilaje, grano o heno, a este producto o muestra se le extrae la humedad mediante un proceso de secado (Escobar *et al.*, 2020).

### **2.5.2 Composición botánica morfológica**

La composición botánica morfológica es la estructura de las plantas que nos permite conocer y reconocer cada una de las partes de está. El conocimiento de cada una de las partes de las plantas es de gran utilidad puesto que se es útil al momento de diferenciar una planta de otra, así como cada parte de ella y analizar el valor de importancia que tienen las plantas para la producción de forraje, ya que en la producción de forraje el componente con mayor importancia es la hoja. Los componentes principales de las plantas son: hoja, tallo y raíces, se dividen en dos grupos, los tallos y hojas son vástagos que se orientan hacia la luz viviendo en un ambiente aéreo, mientras que las raíces se dedican a la fijación y absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo. El cuerpo de las plantas vasculares está formado por dos porciones básicas que viven en diferentes medios (Ingrouille, 1992).

### **2.5.3 Relación de la hoja respecto al tallo**

Es calculada mediante la división de peso de la materia seca de los componentes hoja y tallo. Con la relación hoja tallo al igual que con otros métodos es posible analizar la calidad de forraje producido. Conforme pasa el tiempo la edad fenológica de la planta avanza y



aumenta la madurez de está, mientras que la relación hoja: tallo cambia ya que el peso de la hoja disminuye y el peso de tallo incrementa, y se produce un forraje de baja calidad. Los que se busca en las especies forrajeras de alta calidad es la mayor cantidad de hojas que tallos para considerarlo de una excelente calidad forrajera y sea de mayor palatabilidad para el ganado. Los ganaderos se interesan principalmente en la acumulación de forraje proporcionada por las hojas, que es la parte de la planta más consumida por los animales (Atencio *et al.*, 2014). Conforme los estados fenológicos de las plantas avanzan hacia su madurez, el peso y la proporción de hoja disminuye respecto a la proporción de tallos, este efecto es traducido a una menor calidad nutritiva del forraje (Quiroga *et al.*, 2008).

#### **2.5.4 Altura de la planta**

La altura de la planta es de gran influencia para la producción de forraje, es un método indirecto para calcular la cantidad de forraje, las alturas altas afectan en la producción puesto que las plantas altas tienen más probabilidad de caer o acostarse y este efecto disminuye la cantidad de forraje. La altura es un método indirecto de medición que ayuda a calcular la cantidad de forraje que produce un cultivar (Adams *et al.*, 1977). El método confiable para estimar el rendimiento de forraje, es por medio de la altura que se determinada antes de cada pastoreo o corte de una pradera, ya que la altura de esta presenta una relación positiva con el rendimiento de materia seca y la confiabilidad de producción de forraje se presenta a partir de la altura estimada (Castillo *et al.* 2012).

#### **2.5.5 Radiación interceptada**

La radiación que interceptan las plantas es un factor importante para la producción de forraje, debido a este factor es posible el proceso de la fotosíntesis. La energía que es atraída por la planta es la comprendida en la región del espectro 400 – 700 nm, y es llamada radiación fotosintéticamente activa (Guillén-Climent 2012). Cuando hay excelente captación de radiación, el incremento de producción de forraje es mayor. Las

hojas erectas llegan a presentar mayores tasas de producción de materia seca, debido a mayor penetración de luz en el dosel de estas (Williams *et al.*, 1968).

### **2.5.6 Área foliar**

El área foliar es importante en la mayoría de los estudios agrícolas y fisiológicos que se involucran en el desarrollo vegetal, como la captación de luz, eficiencia fotosintética, respiración, transpiración, respuesta al riego y la fertilización (Casierra-Posada *et al.*, 2008). Para medir el área foliar se utilizan métodos manuales y digitales. En los manuales se utilizan hojas milimétricas para medir el área de cada hoja, para los métodos digitales existen programas computacionales como “ImagenJ”, así como escáneres. Para determinar el área foliar, el área de defoliación de la hoja se utiliza la lectura de área en un escáner convencional, esta práctica resulta ser un método económico y preciso (O'Neal *et al.*, 2002).

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

#### **2.5.6.1 Meristemos de crecimiento**

La velocidad de rebrote es dependiente de la disposición de las zonas meristemáticas que se encuentran activas en los tallos y permanecen activas después de una defoliación en la planta, este proceso acelera la expansión foliar (Briske, 1991). Para la formación de nuevas hojas, es necesario de las zonas meristemáticas que se encuentran influenciadas por los balances entre las auxinas y citoquininas que dependiendo de su balances son capaces de producir auxinas que son necesarias para el desarrollo de tejido radicular y foliar (Bidwell, 1979).

#### **2.5.6.2 Reserva de carbohidratos**

En la reserva de carbohidratos la defoliación es importante, donde se presenta una defoliación temprana se tiene implicaciones en el almacenamiento de carbohidratos. Las

reservas de carbohidratos, la cantidad y tipo de tejido removidos, son los elementos más importantes para determinar el impacto de defoliación en una planta y las características que regulan su recuperación (Briske, 1991). Si la defoliación es muy severa, el rebrote dependerá de los carbohidratos no estructurales que se encuentran en la base del tallo y raíces (Volenc *et al.*, 1996).

### **2.5.6.3 Índice de área foliar**

Mediante las hojas se realizan numerosas actividades que son vitales para las plantas en su desarrollo y crecimiento como la radiación interceptada, fotosíntesis, transpiración, respiración, fotorrespiración y se reducen los carbohidratos, la fotosíntesis se relaciona con la superficie foliar que se registra como índice de área foliar (Legorburo *et al.*, 2005). El índice de área foliar (IAF) modifica la calidad de la luz que incide sobre una planta, puede modificar variables morfogénicas a nivel de individuo, como por ejemplo la elongación y aparición de hojas y modificar características estructurales en las pasturas, como densidad y tamaño de macollos (Colabelli *et al.*, 1998).

### **2.5.6.4 Frecuencia e intensidad de corte**

La frecuencia de corte es el intervalo que existe en tiempo de un corte y el siguiente, o el número de cortes que se llevan a cabo en una pradera en una fase de tiempo ya determinado, que por lo regulara son durante una estación o todo un año. La frecuencia e intensidad de producción son los dos elementos que, en toda estrategia, determinan el rendimiento, calidad y persistencia de la pradera, esto es afectado por el descenso e incremento en la intensidad de frecuencia de pastoreo, que positivamente favorece el rebrote de las plantas y disminuir la senescencia y descomposición de la materia (Cruz-Hernández *et al.*, 2011).

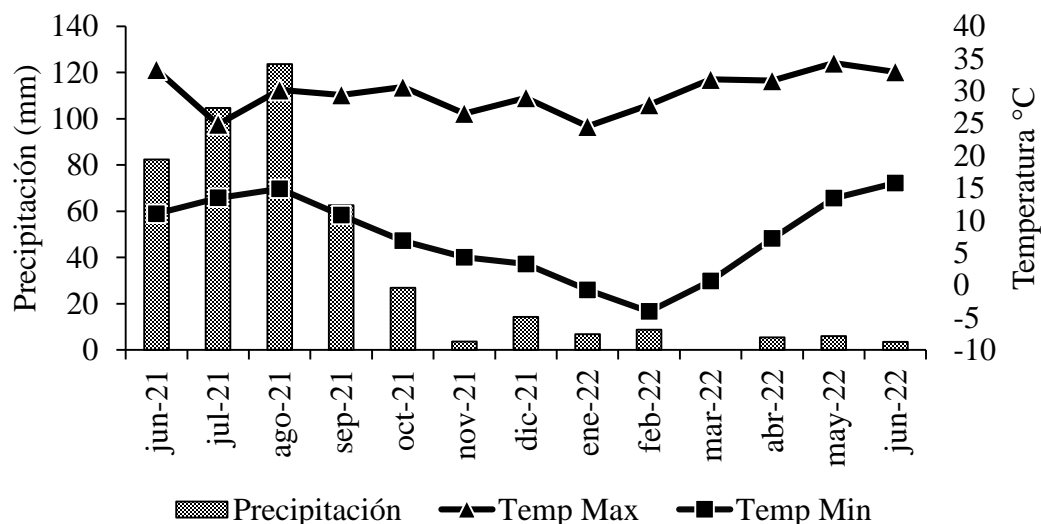
### **2.5.6.5 Producción estacional de forraje**

La producción de forrajes está influenciada por las variaciones regionales del clima, por este motivo es importante saber los patrones de variaciones estacionales de crecimiento de las especies forrajeras que son más aprovechadas (Esparza *et al.*, 2009). Las mayores producciones de forrajes se relacionan a las épocas de primavera y verano, esto se debe a que la temperatura e intensidad de luz son más altos, lo que beneficia el desarrollo de las especies, mientras que, la producción de materia seca es más baja es en los meses más fríos (Ayala *et al.*, 2006).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área experimental

El estudio se realizó al sureste de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México con coordenadas 101°59 '17" longitud oeste y 25°23 '59" latitud norte, a una altitud de 1600 m, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio. El clima en la región es semi seco, con una precipitación anual de 400 mm. Como se muestra en la Figura 1, las temperaturas máximas y mínimas durante el tiempo de experimentación y precipitación total anual, fueron de 34 °C en el mes de mayo y de -4 °C en el mes de febrero con una precipitación máxima de 123 mm en el mes de agosto. La textura del suelo en el área es migajón arcilloso, conformado por arena, limo y arcilla con 62, 10 y 28 por ciento respectivamente, un pH de 7.3 % y una densidad aparente de 1.25 g/ cm cubico. La conductividad eléctrica del suelo es de .530 ms/cm, materia orgánica 3.026 %, carbono orgánico 1.755 % y de nitrógeno total 4.45 %.



**Figura 1.** Distribución de la precipitación total (488mm), temperatura máxima (29.7) y mínima (7.4) registradas mensualmente durante el periodo experimental, evaluando las estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera).

Fuente: Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos -RUOA UAAAN.

### **3.3 Diseño experimental y análisis estadístico**

Se utilizó un área experimental de 448 m<sup>2</sup>, la cual fue dividida en nueve parcelas de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5), utilizando tres parcelas por cultivar; trébol blanco (TB), pasto ovilla (PO), y ballico perenne (BP). El establecimiento fue llevado a cabo el 19 de febrero de 2021, bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, buscando reducir el efecto de pendiente. La densidad de siembra fue de 5, 20 y 10 kg SPV ha<sup>-1</sup>, para TB, BP y PO, respectivamente. El riego fue a capacidad de campo con la utilización de cintilla calibre 6000. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete computacional estadístico SAS 9.0, PROC GLM, con prueba TUKEY (p<0.05). Para iniciar el estudio, se realizó un corte de uniformización a 5 cm de altura residual, el 21 de junio de 2021 a los 122 DDS (4 meses), para posteriormente comenzar con los cortes definidos estacionalmente: primavera y verano cada 28 días y para otoño e invierno cada 35 y 42 días respectivamente.

### **3.4 Variables a evaluar**

#### **3.4.1 Rendimiento de materia seca**

El rendimiento de materia seca se determinó, utilizando un cuadrante de 0.25m<sup>2</sup> (50 x50), ubicado al azar en cada parcela. Se recolecto el forraje dentro de este cuadrante para posteriormente colocar la muestra en bolsas de papel identificadas con el nombre del cultivar y el número de repetición, para posteriormente someter la muestra a un secado en una estufa de aire forzado modelo blue M-POM-246f a 55 °C por 72 horas, una vez que transcurrió el tiempo de secado, se tomaron los pesos en seco. Los resultados de rendimiento de materia seca se expresaron en kg MS ha<sup>-1</sup> y se determinó el rendimiento por unidad de superficie.

### 3.4.2 Composición botánica morfológica

La composición botánica morfológica se determinó mediante una sub muestra del 10 % de la muestra de forraje que se utilizó para el rendimiento de materia seca. Este porcentaje se homogenizó y fueron separados en los componentes botánicos morfológicos; hoja, peciolo, estolón (en caso del trébol blanco), tallo, material muerto (mm), inflorescencia (Infl), y maleza, para ballico perenne y pasto ovilla. Cada uno de los componentes se colocaron en bolsas de papel identificadas con el nombre de cada componente y se sometieron al secado dentro de una estufa de aire forzado modelo blue M-POM-246f a 55 °C por 72 horas. Con los resultados se determinaron el aporte de cada componente en porcentaje y rendimiento en kg MS ha<sup>-1</sup>. Se utilizaron las siguientes fórmulas para determinar la composición botánica morfológica:

$$\text{CBM (\%)} = \text{Peso total de componente} / \text{Peso total CBM} \times 100$$

$$\text{Kg MS ha}^{-1} = \text{Kg MS ha}^{-1} \text{ estación}^{-1} \text{ componente}^{-1} / \text{Kg MS ha}^{-1} \text{ estación}^{-1} \times 100$$

### 3.4.3 Relación hoja: tallo

La relación hoja: tallo se obtuvo por medio de la composición botánica morfológica, con el peso total de los componentes hoja y tallo para pasto ovilla y ballico perenne, para trébol blanco hoja y estolón. La relación fue registrada en rendimiento (kg MS ha<sup>-1</sup>).

Para estimara la relación hoja:tallo se utilizó la siguiente formula:

$$R = H / T$$

Donde:

R = 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>).

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

#### **3.4.4.1 Método de regla**

Para medir la altura de la planta de los cultivares, se ocupó una regla graduada de 100 cm. Esta variable se midió antes de la manipulación y corte de las parcelas. Se registró un total de 15 alturas, tomadas al azar dentro de cada parcela en cada repetición de cada cultivar, se tomó el registro de los datos para posteriormente sacar un promedio de ellos.

#### **3.4.4.2 Método de plato**

Para la estimación de la altura por el método de plato se empleó una regla de plato graduada a 100 cm, con un mm de precisión, con este método se midió la altura del área que abarca el plato. Se tomaron 15 alturas al azar, para posteriormente registrar los datos y obtener los promedios de la altura.

### **3.4.5 Radiación interceptada**

Para la estimación de la radiación interceptada se utilizó un barra light o sensor de Quantum de 70 cm de longitud, modelo PS-100, Apogee, Inst, Utah, USA. La radiación fue evaluada durante cada muestreo. Se realizaron tres lecturas sobre y bajo el dosel de la planta. Las lecturas se registraron a medio día (12:00 pm) cuando el sol está en su mayor intensidad y punto óptimo para el aporte de radiación y se encuentra de forma perpendicular hacia la superficie del suelo y las plantas. El sensor se emplea de manera horizontal con dirección de norte a sur, con la correcta nivelación que es calibrada mediante el movimiento del sensor, que está ubicada en la parte inferior de la barra, representado por una pequeña burbuja que contiene el mismo, esta burbuja debe de estar centrada dentro de los marcadores.

Las lecturas de luz sobre el dosel fueron las recibidas (100 %), mientras que las lecturas luz bajo el dosel representan la luz que es interceptada por la planta.



Para determinar la radiación interceptada se utilizó la siguiente formula:

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

Donde:

% LI = Porcentaje de luz interceptada

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

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

### **3.4.6 Pesos individual de tallo**

En el peso individual de tallo se requirió de 10 tallos y en caso de trébol blanco 10 estolones, estos tallos se cortaron en cada parcela de cada cultivar de cada repetición, se seleccionaron completamente al azar para ser cortados. Se colocaron en bolsas identificadas con el nombre de cada cultivar y número de repetición. Una vez cosechados los 10 tallos y estolones, se separó la hoja de los tallos y de los estolones en el caso del trébol blanco, se introdujeron a una estufa de aire forzado modelo blue M modelo pom-246f a 55 °C por 72 horas. Ya secados se tomó el peso de los tallos y estolones.

Para estimar el peso individual de tallo se utilizó la siguiente formula:

$$\text{PIT} = \text{PTST} / 10$$

Donde:

PIT = Peso individual de tallo

PTST = Peso total seco de 10 tallos

### **3.4.7 Pesos individual de hoja**

Para la determinación del peso individual de hoja se recolectaron todas las hojas de los 10 tallos ocupados para el peso individual de tallo, las hojas fueron introducidas en bolsas de papel identificadas con el nombre del cultivar y la repetición, así mismo se sometieron al secado de aire forzado por 72 horas. Al término de este proceso de secado, se tomó el peso en kg MS ha<sup>-1</sup> de las hojas de cada cultivar.

Para estimar el peso individual de hoja se utilizó la siguiente formula:

$$PIH = PTSH / 10$$

Donde:

PIH = Peso individual de hoja

PTSH = peso total seco de hoja

### **3.4.8 Área foliar por tallo**

El área foliar se estimó mediante la recolección de las hojas de los 10 tallos cosechados para el peso individual de tallo, una vez separadas las hojas de los tallos, se distribuyeron en hojas de papel blanco, separando las hojas unas de otras para ser fotografiadas con una aplicación llamada “CamScanner”, las fotografías fueron utilizadas en un programa computacional “ImgenJ”, donde se calculó el área foliar, este programa arrojó los datos matemáticos, los cuales después fueron introducidos a un documento de “Excel” donde se aplicó la sumatoria de todos los datos para determinar el área foliar.

### **3.4.9 Dinamica de tallos**

Para la estimación de dinámica de aparición de tallos, se colocaron dos tubos de PVC al azar de 4 pulgadas de diámetro en las parcelas de cada cultivar. En ambos tubos se identificaron los tallos que aparecían con anillos del mismo color, al inicio del

experimento, posteriormente de manera mensual durante 12 meses, se identificaron tallos vivos con anillos de diferente color y se retiraron tallos muertos en cada muestreo.

#### **3.4.10 Elongación de hoja**

La medición de elongación de hoja fue determinada por estación, dependiendo de cada intervalo de corte en cada estación; primavera y verano cada 28 días, para la estación de otoño cada 35 días y para invierno cada 42 días. Junto con la elongación se determinó también la senescencia de hoja. Para lo anterior se identificaron con anillos de color cinco tallos en un transecto de dos metros. Se utilizó una regla graduada de 30 cm, se midió de la base de la hoja hasta la punta de ella, en el caso donde se presentó senescencia se midió tanto la parte viva como la parte muerta (senescencia).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Rendimiento de materia seca

En el Cuadro 4 se muestran el comportamiento productivo en rendimiento de materia seca (RMS) estacional de dos gramíneas y una leguminosa estudiadas en el sureste de Coahuila México, de trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne. En la primavera se registró el mayor promedio de RMS en comparación con el resto de las estaciones con un promedio estacional de 4,747 kg MS ha<sup>-1</sup>. La comparación entre cultivares registró el mayor RMS en trébol blanco con 6,754 kg MS ha<sup>-1</sup>, seguido por el pasto ovilla con 4,368 kg MS ha<sup>-1</sup> y menor RMS durante esta época fue en el ballico perenne con 3,119 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Durante el verano se registró un promedio estacional de 3,749 kg MS ha<sup>-1</sup>, el ballico perenne registro el mayor RMS con 4,589 kg MS ha<sup>-1</sup>, seguido por el trébol blanco con 3,596 kg MS ha<sup>-1</sup>, siendo el pasto ovilla con el menor RMS (3,064 kg MS ha<sup>-1</sup>).

En el otoño se registró el menor RMS en promedio en comparación con el resto de las estaciones con 1,654 kg MS ha<sup>-1</sup>. El trébol blanco produjo un rendimiento de 1,146 kg MS ha<sup>-1</sup>, siendo este el menor en comparación con los cultivares. El pasto ovilla registró 1,558 kg MS ha<sup>-1</sup> y el ballico perenne 2,257 kg MS ha<sup>-1</sup> siendo este el mayor rendimiento producido entre cultivares.

El RMS en invierno registró un promedio de 1,955 kg MS ha<sup>-1</sup>. El trébol blanco produjo un total de 2,345 kg MS ha<sup>-1</sup>, siendo el cultivar con la mayor producción, seguido por el pasto ovilla con 1,821 kg MS ha<sup>-1</sup>. El ballico perenne registró la menor producción de forraje durante esta estación con 1,698 kg MS ha<sup>-1</sup>.

La mayor acumulación de materia seca fue durante la primavera y verano a diferencia de otoño e invierno. De acuerdo con Zebadúa *et al.* (2001), mencionan que la mayor acumulación de materia seca fue durante la primavera y verano, que en otoño e invierno. En comparación con otros estudios realizados por Rojas-García *et al.* (2016) mencionan que los mayores rendimientos se registran durante la primavera y verano, lo que se puede atribuir a las altas temperaturas y a la mayor captación de luz.

Durante el otoño e invierno se registraron los menores rendimientos, estos se vieron afectados por las bajas temperaturas que se presentaron durante la investigación. (Mendoza *et al.*, 2018).

**Cuadro 4.** Rendimiento de Materia Seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivar	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	EEM
TB	3,596 <sup>Aab</sup>	1,146 <sup>Bb</sup>	2,345 <sup>Ab</sup>	6,754 <sup>Aa</sup>	3,460 <sup>A</sup>	1142
PO	3,064 <sup>Ab</sup>	1,558 <sup>Bc</sup>	1,821 <sup>Ac</sup>	4,368 <sup>Aa</sup>	2,702 <sup>A</sup>	384
BP	4,589 <sup>Aa</sup>	2,257 <sup>Ab</sup>	1,698 <sup>Ab</sup>	3,119 <sup>Aab</sup>	2,916 <sup>A</sup>	715
$\bar{x}$	3,749 <sup>ab</sup>	1,654 <sup>b</sup>	1,955 <sup>b</sup>	4,747 <sup>a</sup>		
EEM	1,288	167	713	1,744		

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media.

#### 4.2 Composición botánica morfológica

El componente hoja registró los mayores aportes al rendimiento total. La hoja del trébol blanco durante la primavera, aportó 48 %, con un equivalente de 3,541 kg MS ha<sup>-1</sup> siendo el mayor aporte estacional para esta especie. El aporte de hoja en pasto ovido fue de 82 % en verano, sin embargo, su mayor rendimiento fue durante la primavera con 3,459 kg MS ha<sup>-1</sup>. En ballico perenne registró un 75 % durante el invierno, siendo en verano su mayor rendimiento con 1,796 kg MS ha<sup>-1</sup>. A diferencia de las gramíneas el trébol blanco en su composición botánica morfológica presenta peciolo y estolón. El mayor aporte de peciolo a la composición morfológica fue durante primavera con el 28 % y 2,035 kg MS ha<sup>-1</sup> y el estolón en primavera con 235 kg MS ha<sup>-1</sup>, sin embargo, en otoño registró mayor porcentaje con 8 %.

Durante la estación de primavera el tallo tanto en pasto ovido como en ballico perenne registró los mayores aportes para ambos cultivares, 5 % (212 kg MS ha<sup>-1</sup>) para ovido y 29

% (923 kg MS ha<sup>-1</sup>) para ballico. El material muerto como componente en el trébol blanco hizo su mayor aporte en verano tanto en porcentaje como en rendimiento con 13 % y 508 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente. En pasto ovillo se registró el mayor aporte durante el invierno con 731 kg MS ha<sup>-1</sup> y 39 %. En ballico perenne el mayor aporte de material muerto en rendimiento fue de 239 kg MS ha<sup>-1</sup> durante el invierno, sin embargo, el mayor porcentaje fue en primavera (16%).

La inflorescencia se registró en mayor presencia en el cultivar ballico perenne, registrando en verano el mayor aporte en rendimiento y porcentaje con 1,071 kg MS ha<sup>-1</sup> y 27 % respectivamente. Sin embargo, el trébol blanco registró el 3 % durante primavera con un rendimiento de 233 kg MS ha<sup>-1</sup>. La maleza en verano registró el mayor porcentaje y rendimiento en trébol blanco, esto es debido al lento desarrollo y crecimiento de esta leguminosa forrajera. El aporte de este componente en pasto ovillo fue de 0.6 % y 23 kg MS ha<sup>-1</sup> en el otoño. Para el ballico la maleza registró mayor aporte en invierno con 156 kg MS ha<sup>-1</sup> que equivale al 7 %.

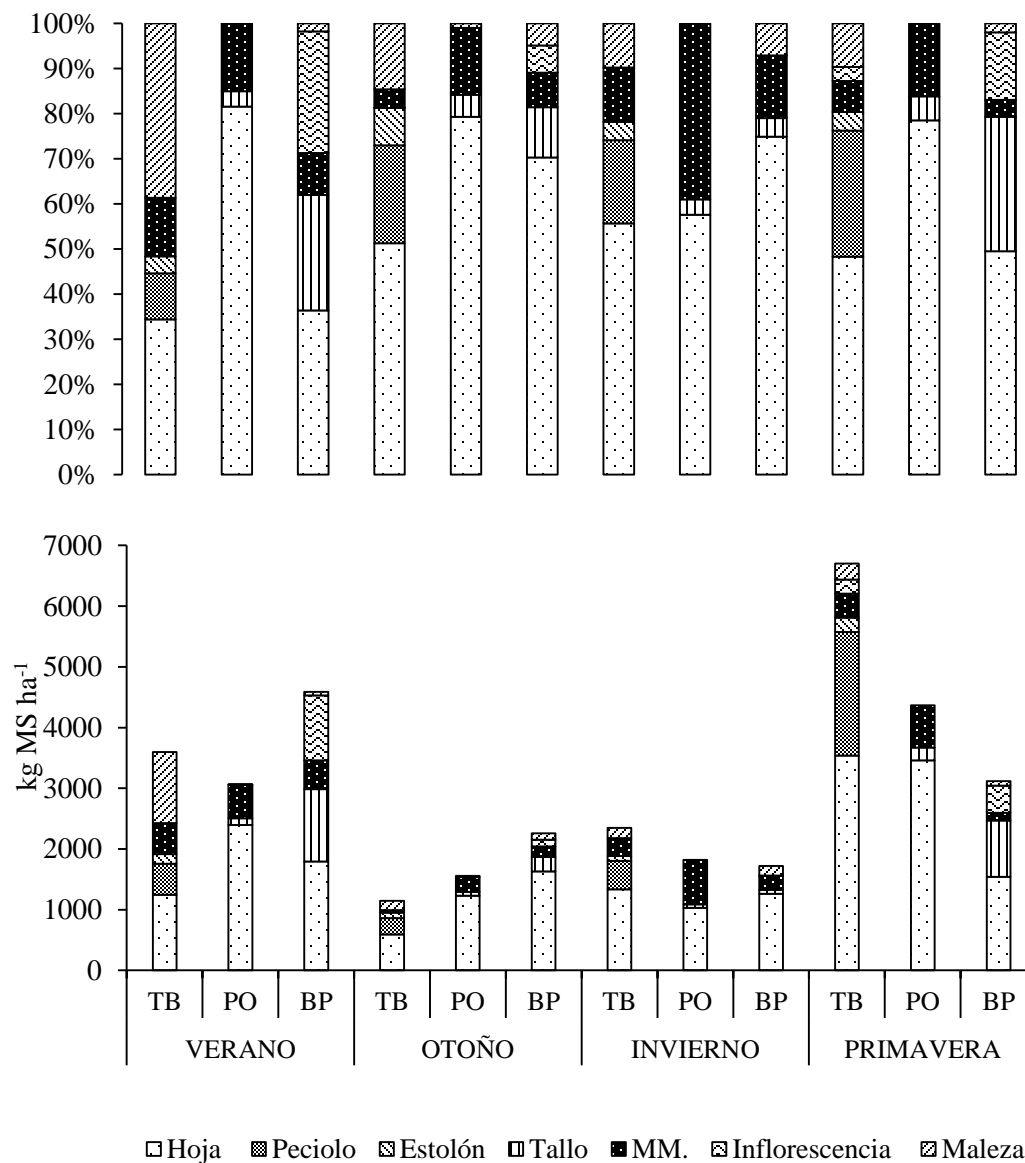
Durante el periodo de primavera, otoño e invierno el trébol blanco registró las mayores aportaciones y presenta el mayor crecimiento, en verano se registró el menor aporte. De acuerdo como Vaquera-Huerta *et al.* (2018) el trébol blanco puede llegar a tener una presencia de malezas cercano al 40 %, no obstante, en asociación con gramíneas en primavera el trébol blanco aporta un 50 %, mientras que en otoño e invierno el 60 % (Ventura *et al.*, 2020). Por su parte Villareal-González *et al.* (2014) menciona que en primavera y verano la contribución de hoja al rendimiento de forraje fue superior a 80 %. A diferencia de otros estudios que durante la época de primavera verano registran aportes de inflorescencia o espigas tal y como Zebadúa *et al.* (2001), quienes mencionan que la formación de espigas en el ápice de los tallos, sólo se detectó en primavera y verano.

El tallo y la inflorescencia en la estación de primavera-verano registraron mayor presencia a diferencia de las otras estaciones, como González-Hernández *et al.* (2005) mencionan que los tallos y las espigas sólo fueron abundantes en primavera, cuando ocurrió el desarrollo de los órganos reproductores del pasto. Mientras que en el invierno se obtuvo

un 4 % de aportación de tallo, siendo el menor porcentaje registrado. Durante la estación de otoño obtuvo un 11 % de aportación.

La maleza durante el invierno tiende a realizar más aporte ya que la planta deja de crecer como lo señalan González-Hernández *et al.* (2005) en la estación de invierno se registró el mayor aporte de maleza, debido al poco crecimiento de los cultivares. En comparación con Mendoza *et al.* (2018) mencionan que el rendimiento mayor en ballico perenne se presenta durante el verano.

En la Figura 2 se muestra la composición botánica morfológica (CBM) y su aparición al rendimiento total estacional de una leguminosa (trébol blanco) y dos gramíneas (pasto ovilla y ballico perenne) en el sureste de Coahuila, México.



**Figura 2.** Composición botánica morfológica estacional de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.



### 4.3 Relación hoja:tallo

La relación hoja:tallo estacional de dos gramíneas y una especie de leguminosa, se muestran en el Cuadro 6. En verano se registró la menor relación hoja:tallo promedio con un valor de 17, la menor relación en esta estación se registró en el ballico perenne (2.0), este resultado se debe a una mayor producción de tallos. Mientras que la mayor relación se durante esta época se presentó en el pasto ovilla (41), seguido por el trébol blanco (10).

Durante el otoño se registró una relación promedio con valor de 27, la mayor relación hoja:tallo que se registró durante esta estación fue en el pasto ovilla (62), seguida por trébol blanco (12), siendo en el ballico perenne donde se presentó la menor relación con un valor de 7. La relación hoja:tallo en invierno registró un valor promedio de 34, siendo en el pasto ovilla donde se presenta la mayor relación con valor de 42, seguido por el ballico perenne con 33, mientras que el trébol blanco durante esta estación registró la menor relación con un valor de 27.

En primavera se registró un promedio de relación hoja:tallo con valor de 21, siendo en esta estación el ballico perenne el que presento menor relación con 2 al igual que en verano, la mayor relación se presentó en pasto ovilla con un valor de 42, mientras que el trébol blanco registró un valor de 20. En promedio por especie la mayor relación se registró en pasto ovilla con un valor de 47 con un valor superior al resto de los cultivares, mientras que la menor relación se registró en ballico perenne con un valor de 11. (Cuadro 5).

La mayor relación hoja:tallo se registró en invierno y otoño, es atribuida al menor desarrollo de tallos. Estudios realizados por Esparza *et al.*, (2009) mencionan que la mayor relación hoja:tallo se presenta en invierno ya que es originada por el escaso desarrollo de los tallos, durante las primeras cuatro semanas. En contraparte, en la época de primavera y verano se registró la menor relación, dado una mayor elongación de tallo que supera a la producción de hoja y está relacionado con las condiciones de humedad y temperatura óptima para el desarrollo de las especies, como se menciona en estudios realizados por

Mendoza *et al.* (2018) las menores relaciones de hoja:tallo se presentan durante primavera y verano.

**Cuadro 5.** Relación hoja:tallo de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto oville (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivar	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	EEM
TB	10 <sup>Ba</sup>	12 <sup>Aa</sup>	27 <sup>Aa</sup>	20 <sup>ABa</sup>	17 <sup>B</sup>	7
PO	41 <sup>Aa</sup>	62 <sup>Aa</sup>	42 <sup>Aa</sup>	42 <sup>Aa</sup>	47 <sup>A</sup>	25
BP	2 <sup>Bb</sup>	7 <sup>Ab</sup>	33 <sup>Aa</sup>	2 <sup>Bb</sup>	11 <sup>B</sup>	3
$\bar{x}$	17 <sup>b</sup>	27 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>		
EEM	7.4	22	29	9		

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media.

#### 4.4 Altura de la planta

Durante el verano la altura promedio de la planta fue de 27 cm, el ballico perenne registró 54 cm, seguido por el pasto oville y trébol blanco con 21 y 6 cm, respectivamente ( $p < 0.05$ ). En otoño se registró un promedio de altura de planta de 12 cm, el descenso se debió a las bajas en la temperatura comenzaron a afectar al crecimiento de las plantas. En esta estación el ballico perenne registró 21 cm, seguido por el pasto oville y la leguminosa, con 11 y 5 cm respectivamente.

Debido a las bajas temperaturas en invierno se registró la menor altura de la planta en comparación con el resto de las estaciones, registrando un promedio estacional de 12 cm. El ballico perenne alcanzo una altura de 18 cm, seguido por el pasto oville con 10 cm y el trébol blanco registró 6 cm de altura.

En primavera la altura de la planta fue de 22 cm promedio. El ballico perenne y pasto oville registraron 35 y 20 cm respectivamente. Durante esta estación el trébol blanco registró su mayor altura en comparación con el resto de las estaciones con 12 cm. La

mayor altura entre cultivares fue de 32 cm en ballico perenne ( $p < 0.05$ ), seguido por el pasto ovilla con 15 cm de altura, mientras que la menor altura se registró en el trébol blanco con 7 cm.

Al igual que en otros estudios, en este experimento, el mayor rendimiento de materia seca coincidió con la mayor altura encontrada, que fue durante las estaciones de primavera y verano (Flores-Santiago *et al.*, 2015). De acuerdo con Castro *et al.* (2012), la altura de las plantas de la pradera se relaciona de manera efectiva con la producción de forraje junto con la radiación interceptada. La altura es un procedimiento indirecto que ayuda a las estimaciones de materia seca producida en la pradera y se considera una herramienta de gran utilidad pues ayuda al manejo de las asociaciones de pastos y leguminosas de manera eficiente y permite optimizar los costos en la producción (Adams *et al.*, 1977).

La altura de la planta medida por el método del plato, mostró que durante el verano la altura promedio registrada fue de 6 cm. El ballico perenne seguido por el pasto ovilla registraron alturas de 10 y 6 cm, respectivamente y el trébol blanco con 3 cm. En la estación de otoño se registró un promedio de 3 cm, siendo el menor promedio estacional. El trébol blanco registró durante la temporada 2 cm, sin embargo, fue la menor altura en comparación con el resto de las estaciones para este cultivar. Las gramíneas alcanzaron alturas de 3 y 4 cm para ovilla y ballico perenne respectivamente.

El invierno registró un promedio de altura de plato de 4 cm. Se alcanzó una altura de 3 cm en trébol blanco y pasto ovilla. El ballico perenne registró una altura de 7 cm durante esta estación. Para la estación de primavera se registró un promedio de altura de 7 cm. Durante esta época el pasto ovilla registró la menor altura en comparación con el resto de las estaciones. El trébol blanco alcanzó una altura de 7 cm siendo la mayor altura comprada con el resto de las estaciones. Al igual que en verano el ballico perenne registro en esta estación 10 cm de altura.

Este método se comportó de manera similar al método de la regla, durante la época de primavera y verano se registraron las mayores alturas, mientras que en otoño e invierno

se registraron las menores. De acuerdo con Rojas-García *et al.* (2021) mencionan que el método de altura con el plato ascendente, tiene igual tendencia a el método con la regla, sin embargo el método del plato registra menores alturas independiente de la estación por la compactación de forraje con esta herramienta. Otras investigaciones como Mendoza-Pedroza *et al.* (2021) mencionan que medir la altura por medio del método del plato es una herramienta necesaria para estimar la producción de biomasa que se encuentra presente en un determinado momento. Los resultados de altura se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6.** Altura de la planta (cm) estimada mediante dos métodos en (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivo	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	EEM
TB	6 <sup>Cb</sup>	5 <sup>Cb</sup>	6 <sup>Bb</sup>	12 <sup>Ba</sup>	7 <sup>B</sup>	1
PO	21 <sup>Ba</sup>	11 <sup>Bb</sup>	10 <sup>Bb</sup>	20 <sup>Ba</sup>	15 <sup>AB</sup>	1
BP	54 <sup>Aa</sup>	21 <sup>Ac</sup>	18 <sup>Ac</sup>	35 <sup>Ab</sup>	32 <sup>A</sup>	2
$\bar{x}$	27 <sup>a</sup>	12 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup>	22 <sup>a</sup>		
EEM	1	1	1	4		
Atura de planta con plato						
TB	3 <sup>Bab</sup>	2 <sup>Ab</sup>	3 <sup>Bab</sup>	7 <sup>Aa</sup>	4 <sup>B</sup>	1
PO	6 <sup>Ba</sup>	3 <sup>Ab</sup>	3 <sup>Bb</sup>	5 <sup>Aa</sup>	4 <sup>B</sup>	0.47
BP	10 <sup>Aa</sup>	4 <sup>Ab</sup>	7 <sup>Ab</sup>	10 <sup>Aa</sup>	8 <sup>A</sup>	0.95
$\bar{x}$	6 <sup>ab</sup>	3 <sup>b</sup>	4 <sup>ab</sup>	7 <sup>a</sup>		
EEM	1	1	1	2		

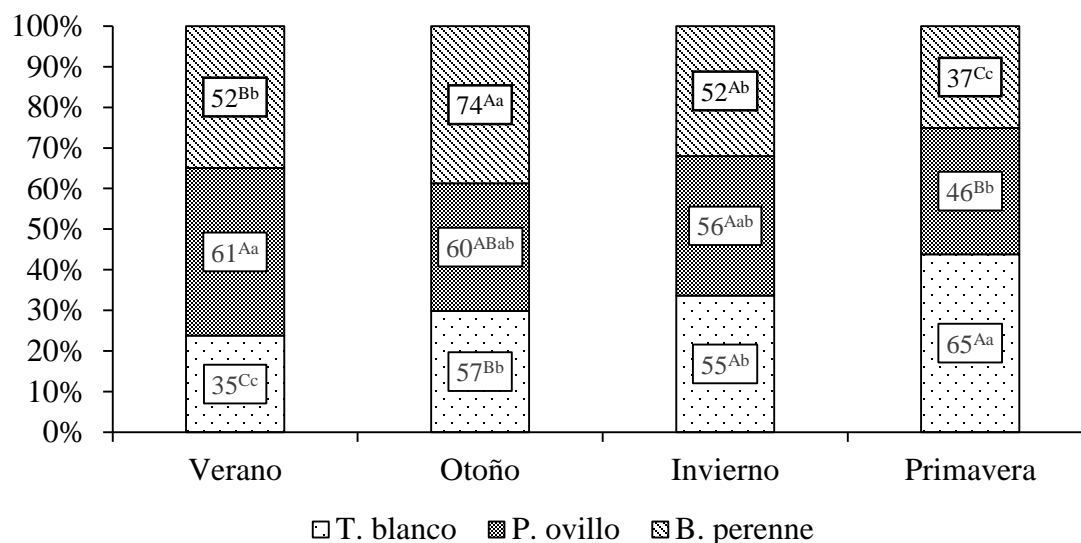
Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media. DMS= Diferencia mínima significativa.

#### 4.5 Radiación interceptada

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de radiación interceptada por praderas de TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el sureste de Coahuila, México. Durante la estación de verano se registró una radiación interceptada promedio de 49 %, el pasto ovilla interceptó el 61 % siendo la mayor intercepción entre cultivares, seguido por el ballico perenne con 52 % y el trébol blanco registró un porcentaje de 35 % siendo la menor intercepción entre los cultivares.

En otoño se registró una radiación de 63 % en promedio. En ballico perenne interceptó el 46 %, seguido de pasto ovilla con 60 %. El trébol blanco durante el otoño registró el 56 % de radiación interceptada para este cultivar. En el periodo de invierno se registró 53 % en promedio de intercepción luminosa. El pasto ovilla interceptó 56 %, posteriormente el ballico perenne con 48 % y para la leguminosa el 55 %. En primavera al igual que en la estación de verano se registró un promedio de 49 %. Durante esta época el trébol blanco registro una radiación interceptada de 65 %. Mientras que el pasto ovilla y ballico perenne registraron 46 y 37 % respectivamente.

Otros estudios como Vaquera-Huerta *et al.* (2018) mencionan que el trébol blanco no registra 100 % durante la estación de primavera, que es durante el verano donde se registra el 100 % de radiación interceptada. Se afirma que durante la estación de primavera el trébol blanco solo interceptó el 65%, sin embargo, durante el verano registró solamente el 35 %, esto debido al lento crecimiento y desarrollo de este cultivar. En comparación con otras investigaciones se menciona que los mayores porcentajes de radiación interceptada son en el verano (Flores *et al.*, 2015).



**Figura 3.** Radiación interceptada (%) de trébol blanco (*Trifolium repens* L.), pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

#### 4.6 Peso individual de tallo

En el Cuadro 7 se muestra el peso individual de tallo en g MS tallo<sup>-1</sup> de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

En la estación de verano se registró un peso promedio de 0.17 g MS tallo<sup>-1</sup>. El ballico perenne registró un peso de 0.35 g MS tallo<sup>-1</sup>, seguido por el trébol blanco con 0.10 g MS tallo<sup>-1</sup>. Mientras que el pasto ovilla solo aportó un peso de 0.06 g MS tallo<sup>-1</sup> durante verano. Durante la época de otoño se registró un promedio de peso de tallo de 0.11 g MS tallo<sup>-1</sup>, siendo el menor promedio en comparación con el resto de las estaciones. El ballico perenne registró un peso de 0.18 g MS tallo<sup>-1</sup>, seguido por el trébol blanco (0.11 g MS tallo<sup>-1</sup>) y el pasto ovilla registró un peso de 0.04 g MS tallo<sup>-1</sup>.

En invierno se registró un promedio estacional de 0.13 g MS tallo<sup>-1</sup>. El trébol blanco obtuvo su mayor peso a diferencia del resto de las estaciones con un peso de 0.18 g MS tallo<sup>-1</sup>, así como también el pasto ovilla con 0.10 g MS tallo<sup>-1</sup>. Sin embargo, fue en esta

estación donde el ballico perenne registró el menor peso con 0.13 g MS tallo<sup>-1</sup> en comparación con el resto de las estaciones.

Para la primavera se registró un promedio de peso de 0.17 g MS tallo<sup>-1</sup>, teniendo la misma igualdad que en verano, el ballico perenne registró 0.26 g MS tallo<sup>-1</sup>, el trébol blanco aportó 0.15 g MS tallo<sup>-1</sup> y el pasto ovilla un peso de 0.11 g MS tallo<sup>-1</sup>. En las estaciones de primavera, verano y otoño se registraron los valores de mayor significancia, como se menciona en estudios elaborado por García *et al.*, (2017).

Durante la experimentación los mayores valores registrados en otoño fueron en ballico perenne y trébol blanco en invierno, sin embargo, el peso de tallo de pasto ovilla en invierno comenzó a incrementar. En la primavera y verano se registraron los mayores pesos de tallo individual. El mayor peso de tallos de ballico perenne fue en verano, seguido de primavera. (García *et al.*, 2017).

**Cuadro 7.** Peso individual de tallo (g Ms tallo<sup>-1</sup>) de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivar	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	EEM
TB	0.10 <sup>Bb</sup>	0.11 <sup>ABb</sup>	0.18 <sup>Aa</sup>	0.15 <sup>Aab</sup>	0.13 <sup>A</sup>	0.02
PO	0.06 <sup>Ba</sup>	0.04 <sup>Ba</sup>	0.10 <sup>Aa</sup>	0.11 <sup>Aa</sup>	0.08 <sup>A</sup>	0.03
BP	0.35 <sup>Aa</sup>	0.18 <sup>Ab</sup>	0.12 <sup>Ab</sup>	0.26 <sup>Aab</sup>	0.23 <sup>A</sup>	0.05
$\bar{x}$	0.17 <sup>a</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>		
EEM	0.03	0.02	0.03	0.07		

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media.

#### 4.7 Peso de hoja por tallo

En el Cuadro 8, se muestra el peso individual de hoja en g MS tallo<sup>-1</sup> de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

En verano se registró un peso promedio de 0.06 g MS tallo<sup>-1</sup>. El pasto ovilla aportó un peso de 0.07 g MS tallo<sup>-1</sup>, seguido por el ballico perenne y el trébol blanco registró un peso individual de 0.05 g tallo<sup>-1</sup>. En otoño se registró un peso promedio individual de hoja de 0.13 g MS tallo<sup>-1</sup>, el pasto ovilla registró un peso de 0.18 g MS tallo<sup>-1</sup>, mientras que el ballico perenne registró 0.10 g MS tallo<sup>-1</sup> y la leguminosa en esta estación aportó un peso de 0.12 g MS tallo<sup>-1</sup>.

Al igual que el otoño el peso promedio individual de hoja por tallo durante el invierno fue de 0.13 g MS tallo<sup>-1</sup>. En los cultivares también se registró igualdad entre la estación de otoño e invierno. Durante el periodo de primavera se registró un peso promedio de 0.10 g MS tallo<sup>-1</sup>. En este periodo a diferencia del verano se registraron mayores pesos, en trébol blanco con 0.07 g MS tallo<sup>-1</sup>, mientras que en el pasto ovilla fue de 0.13 g MS tallo<sup>-1</sup>, siendo el mayor peso en esta estación, seguido por el ballico perenne con 0.10 g MS tallo<sup>-1</sup>. El tiempo que va desde la siembra hasta la emergencia de hojas depende del vigor de la semilla y de los factores físicos y textura del suelo, así como de la frecuencia de corte de 35 días (Milthorp, 1959; Kirby 1995). El buen manejo agronómico es de importancia para poder tener el mayor número de las hojas, además que las condiciones climáticas desempeñan un papel fundamental como lo menciona (Molina 1989).

**Cuadro 8.** Peso individual de hoja (g MS tallo<sup>-1</sup>) de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivar	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	EEM
TB	0.05 <sup>Ac</sup>	0.12 <sup>Aa</sup>	0.12 <sup>Aa</sup>	0.07 <sup>Ab</sup>	0.09 <sup>B</sup>	0.007
PO	0.07 <sup>Aa</sup>	0.18 <sup>Aa</sup>	0.18 <sup>Aa</sup>	0.13 <sup>Aa</sup>	0.14 <sup>A</sup>	0.08



BP	0.06 <sup>Aa</sup>	0.10 <sup>Aa</sup>	0.10 <sup>Aa</sup>	0.10 <sup>Aa</sup>	0.09 <sup>B</sup>	0.01
$\bar{x}$	0.06 <sup>b</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.10 <sup>ab</sup>		
EEM	0.01	0.09	0.08	0.02		

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media.

#### 4.8 Área foliar por tallo

En el Cuadro 9, se muestra el área foliar por tallo<sup>-1</sup> de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. En la estación de verano se registró un área foliar promedio de 12 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>. El pasto ovinillo presentó durante esta estación 16 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>, seguido por el ballico perenne 10 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup> y el trébol blanco registró 11 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>. El otoño a comparación de las demás estaciones, fue la época que presentó en promedio la menor área foliar con 5 cm<sup>2</sup>, así como en los cultivares. El ballico perenne registró un área de 6 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>, seguido por el pasto ovinillo 5 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>, el trébol blanco se registró un área de 5 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>.

Durante la estación de invierno en promedio se registraron 14 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>. El trébol blanco durante esta estación registró su mayor un área de 17 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>. El pasto ovinillo y ballico perenne registraron 13 y 12 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup> respectivamente. La estación de primavera registró el mayor promedio en comparación con el resto de las estaciones con 15 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>. Durante esta época el pasto ovinillo presentó su mayor área foliar con 18 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>. El ballico perenne al igual que en la época de verano registró 10 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup> y el trébol blanco presentó un área de 16 cm<sup>2</sup> tallo<sup>-1</sup>.

Por su cuenta Esparza *et al.* (2009) mencionan que los mayores índices de área foliar se registraron durante primavera. El rendimiento de materia seca y el área foliar tienen una relación estrecha (Hodgson, 1990). En el siguiente cuadro se muestra el área foliar por tallo (cuadro 9).

**Cuadro 9.** Área foliar por tallo en  $\text{cm}^2 \text{ tallo}^{-1}$ , de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivar	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	DMS	EEM
TB	11 <sup>ABab</sup>	5 <sup>Ab</sup>	17 <sup>Aa</sup>	16 <sup>ABa</sup>	12 <sup>A</sup>	9	3
PO	16 <sup>Aa</sup>	5 <sup>Ab</sup>	13 <sup>ABa</sup>	18 <sup>Aa</sup>	13 <sup>A</sup>	5	1
BP	10 <sup>Bab</sup>	6 <sup>Ab</sup>	12 <sup>Ba</sup>	10 <sup>Bab</sup>	10 <sup>A</sup>	4	1
$\bar{x}$	12 <sup>ab</sup>	5 <sup>b</sup>	14 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>			
<b>DMS</b>	6	14	4	8			
<b>EEM</b>	2	5	1	2			

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media.

#### 4.9 Dinámica de tallos

Durante el mes de junio se registraron las poblaciones iniciales de tallos vivos de cada cultivar. En ballico perenne se registró una población inicial de 32 tallos vivos, seguido por el pasto ovillo con 15 tallos. El trébol blanco registró 4 estolones como población inicial. Las mayores poblaciones de tallos vivos se registraron en los meses de noviembre y diciembre con 38 y 40 tallos vivos respectivamente, durante el invierno.

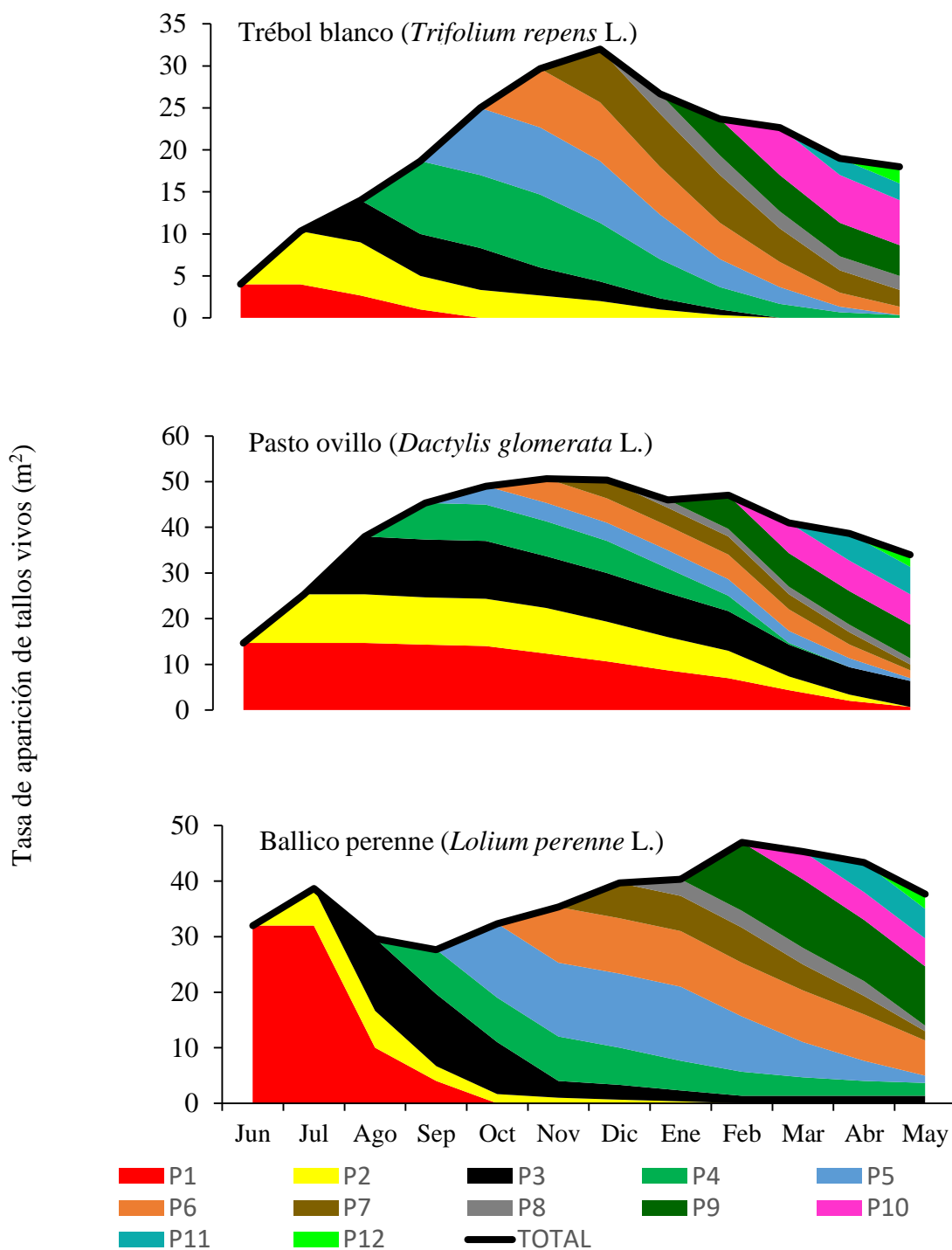
El pasto ovillo durante el mes de noviembre registró 51 tallos vivos, seguido por el ballico perenne con 35 tallos. El trébol blanco registró 30 estolones vivos en noviembre. En el mes de diciembre el pasto ovillo y el ballico perenne registraron 50 y 40 tallos vivos, el trébol blanco registró un total de 32 estolones vivos. En el último mes de estudio se registraron 38 y 34 tallos para ballico perenne, pasto ovillo y trébol blanco 18 estolones vivos. El promedio mayor de tallos vivos entre cultivares fue de 40 tallos en pasto ovillo ( $p < 0.05$ ), seguido por el ballico perenne con 37 tallos. Mientras que el trébol blanco registro 20 estolones vivos en promedio ( $p < 0.05$ ).

La mayor población de tallos muertos se registró en febrero y marzo con un promedio de 9 y 8 respectivamente. El ballico perenne durante el mes de julio registró el mayor dato de tallos muertos con 22 tallos a diferencia del resto de los meses, este parámetro se debió a que el cultivar fue atacado por el hongo de la roya (*Puccinia graminis*), el cual fue controlado con propiconazol (SANADEL). En el pasto ovilla se registró una población de 12 tallos muertos en febrero siendo la mayor tasa de tallos muertos para este cultivar, así mismo como en el mes de marzo. Las mayores apariciones de estolones muertos en el trébol blanco se registraron a partir del mes de diciembre con 7 estolones, seguido por el mes de enero con 8, mientras que en febrero se presentó el mayor número de estolones muertos con un registro de 9. El mayor promedio de tallos muertos entre cultivares se presentó en ballico perenne y pasto ovilla con 7 y 4 ( $p < 0.05$ ) tallos muertos respectivamente. El trébol blanco registro 3 ( $p < 0.05$ ) estolones muertos en promedio. La tasa de aparición de tallos mayor se registró en otoño – invierno.

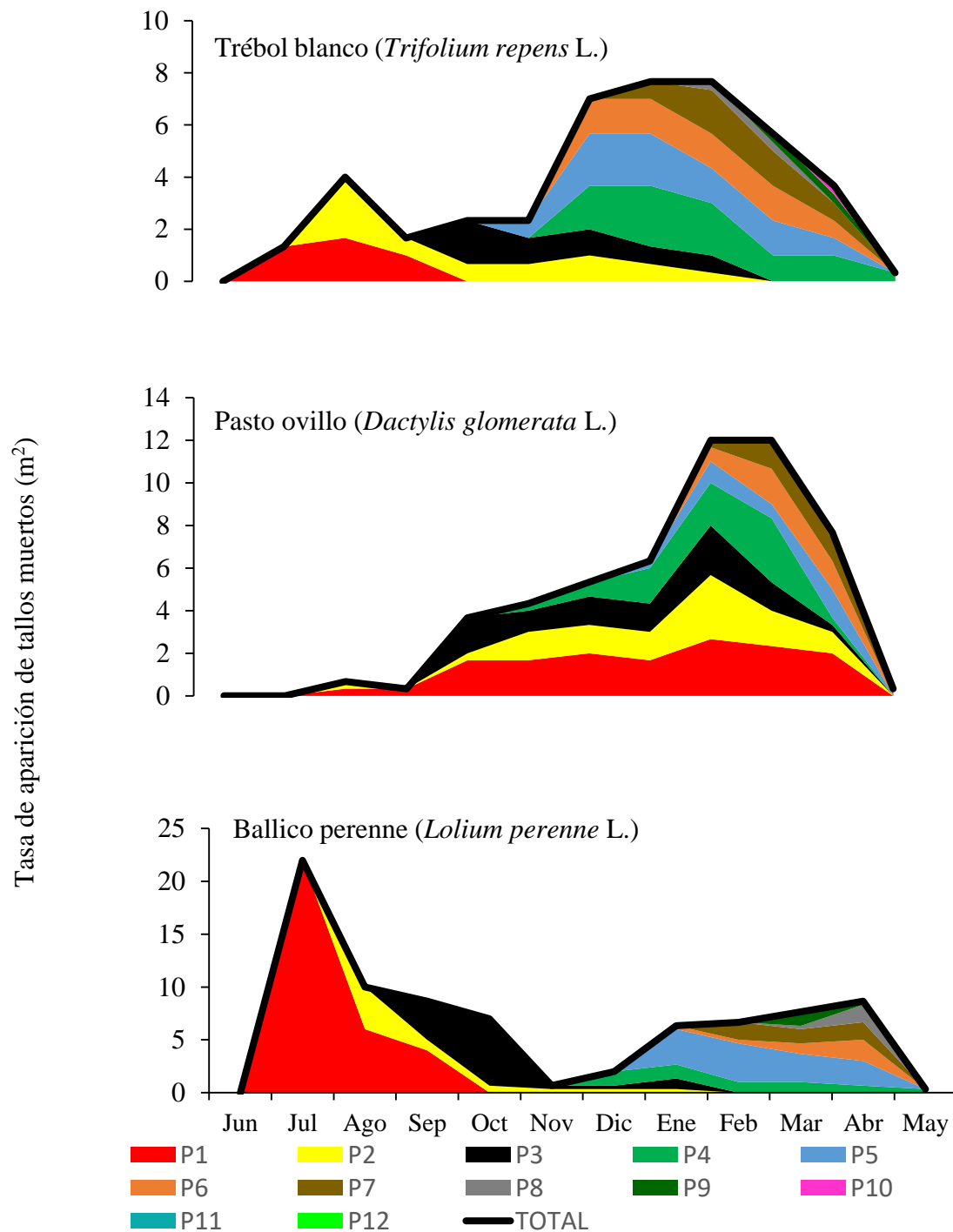
Como se muestra en las Figuras 4 y 5 la aparición de tallos vivos y muertos, la cual fue medida durante doce meses, en población viva y muerta, de trébol blanco (*Trifolium repens* L.), pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

La tasa mayor de aparición de tallos se presentó durante el otoño, comenzando su incremento en el mes de octubre. Como lo mencionan Flores-Santiago *et al.* (2018) que no depende del cultivar las mayores apariciones de tallos ocurrieron en la transición otoño invierno, la mayor tasa de tallos muertos se presentaron durante primavera verano.

La mayor tasa de aparición de tallos muertos se asocia a la aparición de tallos vivos, como se menciona en estudios realizados por Garay, (1999). En otras investigaciones mencionan que el mayor número de tallos vivos en monocultivo se registra durante el verano de junio a agosto (Guerrero-Rodríguez 2018).



**Figura 4.** Tasa de aparición de tallos vivos mensual (TAT) de trébol blanco *Trifolium repens* L., pasto ovilla *Dactylis glomerata* L. y ballico perenne *Lolium perenne* L., en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.



**Figura 5.** Tasa de aparición de tallos muertos mensual (TMT) de trébol blanco *Trifolium repens* L., pasto ovido *Dactylis glomerata* L y ballico perenne *Lolium perenne* L., en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

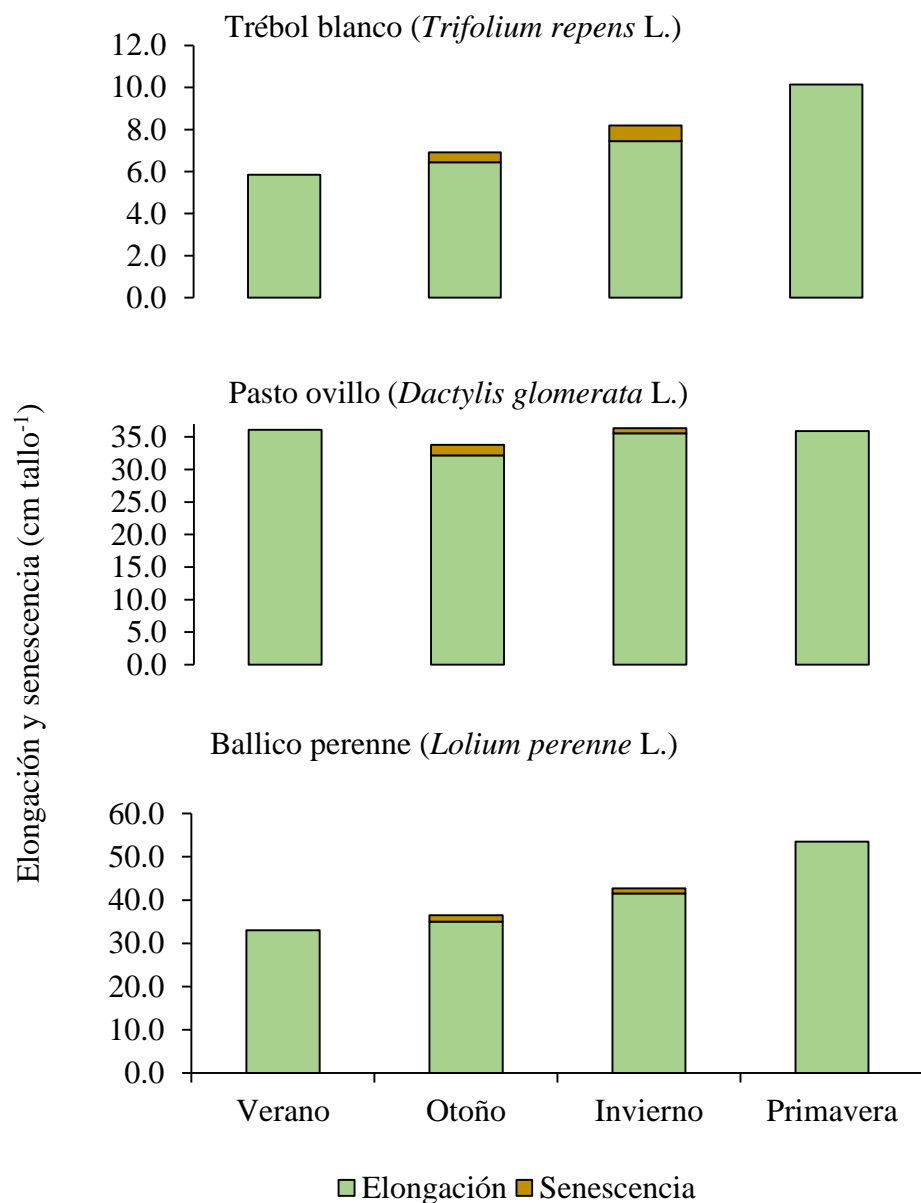
#### 4.10 Elongación y senescencia de hoja

En la Figura 6 se muestra la elongación y senescencia de hoja medida en cm de trébol blanco (*Trifolium repens* L.), pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México. Durante la estación de verano se registró una elongación promedio de 25 cm, mientras que la senescencia fue nula durante esta época. En el trébol blanco se registró una elongación de 6 cm. El pasto ovinillo registró 36 cm, siendo el mayor resultado para este cultivar en comparación con el resto de las estaciones, seguido por el ballico perenne con 33 cm.

Para el otoño se registró un promedio de 24 cm en la elongación de hoja, mientras que la senescencia registró un promedio de 1 cm. El trébol blanco se registró una elongación de 6.6 cm, a partir de esta época este cultivar comenzó un incremento en su elongación debido al descenso de temperatura lo cual favorece su crecimiento, la senescencia registrada durante esta época para este cultivar fue de 0.3 cm. El ballico perenne presentó 35 cm de elongación y una senescencia 1.6 cm, seguido por el pasto ovinillo que registró 32.2 cm, con una senescencia de 1.6 cm.

Durante el invierno se registró un promedio de elongación y senescencia de 28.2 y 1 cm respectivamente, siendo la senescencia igual que en otoño. El trébol blanco registró una elongación de 7 cm. El ballico perenne durante esta época registró 41 cm de elongación, en el pasto ovinillo se registró 35 cm, para esta estación en todos los cultivares la senescencia registro 1 cm de elongación. En primavera se registraron las mayores elongaciones, en comparación con el resto de las estaciones con un promedio de 33 cm ( $p < 0.05$ ). El ballico perenne durante esta época registro una elongación de 53 cm siendo la mayor en comparación con el resto de las estaciones, seguido por el pasto ovinillo con 35 cm. el trébol blanco presento su mayor elongación a diferencia del resto de las estaciones con 10 cm. Al igual que en el verano, la primavera no presento senescencia. El ballico perenne registro la mayor elongación de hoja con 40 cm, seguido por el pasto ovinillo con 34 cm, siendo el trébol blanco el cultivar con menor registro de elongación con 7.5 cm. Durante

el otoño e invierno se registró un promedio de 1 para ambas estaciones, siendo el ballico perenne el que presentó mayor senescencia con un promedio de 0.6 cm, seguido por el pasto ovillo con 0.5 cm. Mientras que el trébol blanco solo produjo 0.3 cm de senescencia



**Figura 6.** Elongación y senescencia de hoja de trébol blanco *Trifolium repens* L., pasto ovillo *Dactylis glomerata* L. y ballico perenne *Lolium perenne* L., en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Otros estudios realizados por Hay, (1983) menciona que la calidad ambiental establece la tasa de crecimiento foliar y que regularmente los mayores índices de crecimiento son durante la primavera y verano cuando se presentan las mayores condiciones óptimas de crecimiento. Conforme los forrajes se recuperan posteriormente a la defoliación, estos requieren de los carbohidratos de reserva que se encuentran en las raíces y de las yemas vegetativas, esto favorece al crecimiento foliar (Lemaire, 2000).



## VI. CONCLUSIONES

En las estaciones de primavera y verano se registraron los mayores rendimientos de materia seca. El mayor rendimiento de trébol blanco se registró, durante la estación de primavera, seguido por el pasto ovilla, mientras que en ballico perenne el mayor rendimiento se registró durante la estación de verano. El componente hoja de la composición botánica morfológica registró los mayores aportes en los tres cultivares (trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne), tanto en porcentaje como en rendimiento ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ), durante las cuatro estaciones del año. Seguido por el tallo, material muerto, inflorescencia y maleza durante la estación de verano, otoño e invierno. La mayor relación hoja:tallo estacional se registró durante la época de invierno, mientras que la mayor relación entre cultivares fue en el pasto ovilla durante el otoño. Las mayores alturas se registraron durante la primavera y verano teniendo relación con el mayor rendimiento de materia seca. La mayor radiación interceptada estacional se registró en el otoño, durante esta época el ballico perenne registró la mayor intercepción de luz, mientras que la mayor radiación entre cultivares se presentó en el pasto ovilla. Durante el la primavera y el verano se registró el mayor peso de tallo individual, mientras que el estolón de trébol blanco y el tallo ballico perenne registraron los mayores pesos de tallos entre cultivares siendo este último el mayor de los tres cultivares. En el otoño e invierno se registró el mayor peso de hoja individual por tallo tendiendo relación con la radiación interceptada, siendo en el verano el menor registró en comparación entre estaciones, en cultivares el pasto ovilla registró el mayor peso de hoja individual por tallo. La mayor área foliar se presentó durante la estación de primavera en comparación con el resto de las estaciones, entre cultivares, la mayor área foliar se registró en el pasto ovilla durante la primavera, relacionándose con el mayor rendimiento de materia seca.

Durante la el mes de noviembre y diciembre se registró la mayor tasa de aparición de tallos vivos, mientras que la mayor tasa de aparición de tallos muertos fue registrada durante los meses de febrero y marzo. La mayor elongación de hoja se presentó durante la primavera relacionándose con los resultados de área foliar, sin embargo, la mayor senescencia de hoja fue durante el otoño e invierno.

## VII. REFERENCIAS

- Adams, J. E., & Arkin, G. F.** (1977). A light interception method for measuring row crop ground cover. *Soil Science Society of America Journal*, 41(4), 789-792.
- Atencio, L. M., Tapia, J. J., Mejía, S. L., Cadena, J.** (2014). Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo 3 niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Revista Temas Agrarios* 19 (2): 245-259.
- Ayala, J. M., Victoria, J. L. J., Velasco, V. A. V., Aparicio, Y. V., del Valle, J. R. E., & Garay, A. H.** (2006). Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la Mixteca de Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 44(3), 277-288.
- Beltrán, L. S., Osti, L., Núñez-Quesada, T., González-Eguiarte, L. A., García-Díaz, C. A., Hernández-Alatorre, J. A., y Gámez-Vázquez, H. G.** (2007). Navajita cecilia y banderilla diana pastos nativos sobresalientes para el altiplano de San Luis Potosí (establecimiento y producción de semilla) (No. 633.227097244 N3).
- Bidwell, R. G. S.** (1979). *Fisiología Vegetal*, AGT Editores, SA Tercera reimpresión. *México, DF.*
- Bolaños, A. E. D., González, H. V. A., y Pérez, P. J.** (1995). Intensidad de pastoreo, rendimiento y tasa de crecimiento de ballico perenne. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 18, 35-42.
- Briske, D. D.** (1991). Development morphology and physiology of grasses. In: *Grazing Management: an ecological perspective*. Heitschmidt, R. K., Stuth J. W. (eds.). Timber Press, Portland, Oregon, USA. pp. 85-108.
- Casierra-Posada, F., Peña, G. R., y Peña-Olmos, J. E.** (2008). Estimación indirecta del área foliar en *Fragaria vesca* L., *Physalis peruviana* L., *Acca sellowiana* (Berg.) Burret, *Rubus glaucus* L., *Passiflora mollissima* (Kunth) LH Bailey y *Ficus carica* L. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 11(1), 95-102.
- Castro-Borunda, Z. I.** (2017). Evaluación de proyectos de inversión para pequeñas y medianas empresas con una estrategia de proyección financiera. *Ra Ximhai*, 13(3), 15-40. Consultado en agosto 2022 <https://www.gob.mx/firco/articulos/la-ganaderia-en-mexico?idiom=es>
- Castro, R. R., Hernández-Garay, A., Vaquera, H. H., Hernández, P. G. J., Quero, C. A. R., Enríquez, Q. J. F. y Martínez, H. P. A.** (2012). Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Rev. Fitot. Mex.* 35(1):87-95
- CONABIO**, 2016 Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas en México *Dactylis glomerata* L.. Consultado en julio 2022
- Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A., & Labreuveux, M.** (1998). El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Estación experimental Agropecuaria Balcare. *Boletín técnico*, 148. 21 p
- Cruz-Hernández, A., Hernández-Garay, A., Enríquez-Quiroz, J. F., Gómez-Vázquez, A., Ortega-Jiménez, E., y Maldonado-García, N. M.** (2011). Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(4), 429-443.
- FAO, 1996.** *Ecología y enseñanza rural Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas* Estudio FAO Montes 131.
- FAO, 2002.** Dirección de Producción y Protección Vegetal 90 Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas Dirección de Producción y Protección Vegetal, organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Roma, 2002, ISBN 92-5-302719-3.

- FAO, 2003.** Producción y protección vegetal N.º 29 Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles por J.M. Suttie CAPÍTULO VI CULTIVOS PARA HENO - LEGUMINOSAS FORRAJERAS Y LEGUMBRES. Consultado en agosto 2022 <https://www.fao.org/3/x7660s/x7660s0a.htm>
- Demagnet, R.** (2008). Manual de Especies Forrajeras y Manejo de Pastoreo. Agropecuario Watt's Corfo, S.A, 127. 2008. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile, 82 p
- Duffey, E., Morris, G. J., Sheail, L., Ward, D. A., Wells, T. C y Wells, E.** (1978). Grassland ecology and wildlife management, London Chapman & Hall, Inglaterra, 281 pp.
- Esparza, J. Z., Garay, A. H., Pérez, J. P., Haro, J. G. H., Gallardo, F. O., Hernández, P. A. M., y Carrillo, A. R. Q.** (2009). Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovinillo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 47(2), 173-178.
- Fagundes, J. L., Silva, S. C. D., Pedreira, C. G. S., Carnevalli, R. A., Carvalho, C. A. B. D., Sbrissia, A. F., y Pinto, L. F. D. M.** (1999). Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. Scientia Agricola, 56 (1), 897-908
- Feigenbaum, S., & Mengel, K.** (1979). The Effect of Reduced Light Intensity and Sub-optimal Potassium Supply on N<sub>2</sub> Fixation and N Turnover in Rhizobium Infected Lucerne. Physiologia plantarum, 45(2), 245-249.
- Flores-Santiago, E. D. J., Hernández-Garay, A., Guerrero-Rodríguez, J. D. D., Quero-Carrillo, A. R., & Martínez-Hernández, P. A.** (2015). Productividad de asociaciones de pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Revista mexicana de ciencias pecuarias, 6(3), 337-347.
- Flores-Santiago, E. D. J., Hernández-Garay, A., Guerrero-Rodríguez, J. D. D., Vaquera-Huerta, H., Cadena-Villegas, S., & Mendoza-Pedroza, S. I.** (2018). Dinámica poblacional de plantas y tallos de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Acta universitaria, 28(1), 30-37.
- Francisco, P. Q. J.** (2008). Tres arbustivas forrajeras en el norte-centro de nuevo León. Consultado en septiembre 2022 <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/769.pdf>
- Gray, M. H., Korte, C. J., & Christieson, W. M.** (1987). Seasonal distribution of pasture production in New Zealand XX. Waerengaokuri (Gisborne). New Zealand journal of experimental agriculture, 15(4), 397-404.
- Garay, A. H.** (1999). Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. Grass and Forage Science, 54(4), 347-356.
- García, A. R. R., Garay, A. H., Jacobo, M. A. R., Pedroza, S. I. M., Peralta, M. D. L. Á. M., y Cancino, S. J.** (2017). Dinámica poblacional de tallos de pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 49(2), 35-49
- González-Hernández, V. A., Velasco-Zebadúa, Ma. E., Hernández-Garay, A.** (2005) Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México [en línea]. 2005, 43(2), 247-258 [fecha de Consulta 17 de septiembre de 2022]. ISSN: 0040-1889.
- González, B., Boucaud, J., Salette, J., Langlois, J., Duyme, M.** (1989) Changes in stubble carbohydrate content during regrowth of defoliated perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) on two nitrogen levels. Grass Forage Sci 1989;44(1):411-415.

- Guillén-Climent, M., L.** (2012). Estimación de radiación interceptada en cubiertas discontinuas mediante teledetección y modelos de transferencia radiativa. Editor Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones.
- Guerrero-Rodríguez, J. D.** (2018). Dinámica de tallos de pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.), SOLO Y ASOCIADO CON RYEGRASS PERENNE (*Lolium perenne* L.) Y TRÉBOL BLANCO (*Trifolium repens* L.). *Agro Productividad*, 11(5), 10-17.
- Hannaway, D., Fransen, S., Cropper, J., Teel, M., Chaney, M., Griggs, T.** (1999) Orchard Grass. Oregon. USA: Oregon State University; 502.
- Hay, M. J. M.** (1983). Seasonal variation in the distribution of white clover (*Trifolium repens* L.) stolons among 3 horizontal strata in 2 grazed swards. *New Zealand journal of agricultural research*, 26(1), 29-34.
- Hernández-Guzmán, F.J., Hernández-Garay, A., Ortega-Jiménez, E., Enríquez-Quiroz, J. F. & Velázquez-Martínez.** (2015). Comportamiento productivo del pasto ovinillo (*Dactylis glomerata* L.) en respuesta al pastoreo. *Agron. Mesoam.* 26(1): 33-42.
- Hodgson, J.** (1990) *Grazing management: Science into practice*. 1st ed. Harlow, England: Longman Scientific Technical; 203.
- Howard, M., Rawson, Helena, G. M.,** (2001). TRIGO REGADO, ISBN 92-5-304488-8, © FAO 2001.
- Intagri, S.** (2022). Importancia de la radiación solar en la producción bajo invernadero (en línea). INTAGRI. 1-5. Consultado 22 agosto. 2022.
- Kirby, E. J. M.** (1995). Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. *Crop Science*, 35(1), 11-19.
- Legorburo, A., Montero, F. J., Juan, J. D., & Picornell, M. R.** (2007). Estudio comparativo de tres sistemas de estimación del área foliar en *Vitis vinifera* L (cv. Cencibel). In *Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas (XI: 2007, 24-27 abr.: Albacete) Albacete: Sociedad Española de Ciencias Hortícolas* (pp. 190-193).
- Lemaire, G., & Agnusdei, M.** (2000). Efficiency of Herbage Utilization. *Grassland ecophysiology and grazing ecology*, 265.
- Matthews, P. N. P., Harrington, K. C., Hampton, J.G.** (1999) Management of grazing systems. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand Pasture Crop Sci.* Auckland, N.Z: Oxford University Press: 153-174.
- McKenzie, B. A., Kemp, P. D., Moot, D. J., Matthew, C., & Lucas, R. J.** (1999). Environmental effects on plant growth and development. *New Zealand pasture and crop science*, 1, 29-44.
- Mendoza-Pedroza, S. I., Hernández-Garay, A., Rojas García, A. R., Vaquera-Huerta, H., Ramírez-Reynoso, O., y Castro-Rivera, R.** (2018). Comportamiento productivo de pasto ballico perenne solo y asociado con pasto ovinillo y trébol blanco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(2), 343-353.
- Mendoza-Pedroza, S. I., Sánchez-Espinoza, J., Álvarez-Vázquez, P., Sosa-Montes, E., Maldonado-Peralta, M. Á., & Garay-Martínez, J. R.** (2021). Yield estimation of forage oat (*Avena sativa* L.) Chihuahua variety: ruler and plate methods. *Agro Productividad*, 14(1).
- Milthorpe, F. L.** (1959). Studies on the expansion of the leaf surface: I. The influence of temperature. *Journal of Experimental Botany*, 10(2), 233-249.
- Molina, C. J. L.** (1989). *La Cebada*. Mundi-prensa. Madrid, España. 252 p

- O'Neal**, M. E., Landis, D. A., & Isaacs, R. (2002). An inexpensive, accurate method for measuring leaf area and defoliation through digital image analysis. *Journal of economic entomology*, 95(6), 1190-1194.
- Quero-Carrillo**, A. R., Villanueva-Ávalos, J. F., Morales-Nieto, C. R., Enríquez-Quiroz, J. F., Bolaños-Aguilar, E. D., Castillo-Huchim, J., y Herrera-Cedano, F. (2012). Manual de evaluación de recursos genéticos de gramíneas y leguminosas forrajeras. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico, (22).
- Quiroga**, R. E., Ávila, R., Ferrando, C. A., Blanco, L. J. (2008). Dinámica de la calidad y de material verde en los componentes morfológicos de dos gramíneas nativas del Chaco Árido. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. 15-16 de octubre, San Luis, Argentina. Pp. 484-485.
- Rojas-García**, A. R., Aniano-Aguirre, H., Sánchez-Santillan, P., Ventura-Ríos, J., Maldonado-Peralta, R., Salinas-Vargas, D., y de los Ángeles Maldonado-Peralta, M. (2021). Métodos de estimación de forraje en asociaciones de pasto ovinillo, ballico perenne y trébol blanco. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(4-A), 789-789.
- Rojas-García**, A. R., Hernández-Garay, A., Ayala, W., Mendoza-Pedroza, S. I., Cancino, S. J., Vaquera-Huerta, H., & Santiago-Ortega, M. A. (2016). Comportamiento productivo de praderas con distintas combinaciones de ovinillo (*Dactylis glomerata* L.), ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 48(2), 57-68.
- Rojas-García**, A. R., Hernández-Garay, A., Quero-Carrillo, A. R., Guerrero-Rodríguez, J. D. D., Ayala, W., Zaragoza-Ramírez, J. L., & Trejo-López, C. (2016). Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(4), 885-895.
- Santacruz**, G. A. A., Cruz, Q. R., Hernández, J. L. P., Cabrera, O. G., y Moya, E. G. (2004). Manejo biotecnológico de gramíneas forrajeras. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 42(2), 261-276
- Twidell**, J., A. Weir. (2006). *Renewable energy resources*. 2nd Edition. Taylor and Francis Group. Abingdon, Reino Unido. 601p.
- Valdés**, J., González-de la Rosa, M. C., Foroughbakhch-Pournavab, R., y Guzmán-Lucio, M. A. (2010). Diversidad e importancia pecuaria de las gramíneas (Poaceae) en Nuevo León: de la lechuguilla a las biopelículas vegetales. *Las plantas útiles de Nuevo León*. Editores. MA Alvarado Vázquez, A. Rocha Estrada y S. Moreno Limón. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México, 539-567.
- Vaquera-Huerta**, H. (2018). Análisis de crecimiento estacional de trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Agro productividad*, 11(5), 62-68
- Ventura**, R. J., Hernández Moreno, E., Santiago Ortega, M. A., Wilson García, C. Y., Maldonado Peralta, M. D. L. Á., & Rojas García, A. R. (2020). Rendimiento de trébol blanco asociado con pasto ovinillo a diferentes frecuencias de pastoreo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(SPE24), 1-12.
- Villanueva**, A., J. F. H. C., y Plascencia, J. R. (2010). Leguminosas forrajeras: Un recurso sustentable para el Trópico Mexicano. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico, (14)
- Villareal-González**, J. A., Hernández-Garay, A., Martínez-Hernández, P. A., Guerrero Rodríguez, J. D. D., & Velasco Zebadúa, M. (2014). Rendimiento y calidad de forraje del

pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 5(2), 231-245.

**Volenc,** J. J., Ourry, A., & Joern, B. C. (1996). A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Physiologia Plantarum*, 97(1), 185-193.

**Williams,** W.A., Loomis, R. S., Duncan, W. G., Dovrat A., Nuñez. F. (1968). Canopy architecture at various population densities and growth and grain yield of corn. *Crop Sci.* 8:303-308.

**Zebadúa,** M. E. V., Garay, A. H., Hernández, V. A. G., Pérez, J. P., Huerta, H. V., y Spinola, A. G. (2001). Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*dactylis glomerata* l.). *Técnica Pecuaria en México*, 39(1), 1-14.

### VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Composición botánica morfológica en (kg MS ha<sup>-1</sup>) de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Verano 2021										
Cultiv	Hoja	Peciol o	Estolón	Tallo	Materia seca	Inflore	Maleza	$\bar{x}$	EEM	
TB	1244 <sup>Aa</sup>	511 <sup>Aa</sup>	163 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ba</sup>	508 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ba</sup>	1170 <sup>Aa</sup>	514	1380	
PO	2396 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Bb</sup>	111 <sup>Bb</sup>	554 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Bb</sup>	2.3 <sup>Bb</sup>	438	638	
BP	1796 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ac</sup>	0 <sup>Bc</sup>	1189 <sup>Aab</sup>	473 <sup>Abc</sup>	1071 <sup>Aab</sup>	59 <sup>Bc</sup>	655	797	
$\bar{x}$	1812	170	54	433	511	357	410			
EEM	2321	701	160	793.8	1128	692	907			
Otoño 2021										
TB	592 <sup>Ba</sup>	270 <sup>Ab</sup>	90 <sup>Abc</sup>	0 <sup>Bc</sup>	43 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Bc</sup>	150 <sup>Abc</sup>	163	197	
PO	1229 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Ac</sup>	63 <sup>Bc</sup>	243 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Bc</sup>	23 <sup>Bc</sup>	222	97	
BP	1633 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bb</sup>	0 <sup>Ab</sup>	237 <sup>Ab</sup>	172 <sup>ABb</sup>	111 <sup>Ab</sup>	104 <sup>ABb</sup>	322	267	
$\bar{x}$	1151	90	30	100	152	37	92			
EEM	446	171	107	122	180	75	91			
Invierno 2021										
TB	1337 <sup>Aa</sup>	465 <sup>Ab</sup>	81 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	294 <sup>Bb</sup>	2 <sup>Ab</sup>	167 <sup>Ab</sup>	335	837	
PO	1028 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	61 <sup>Ab</sup>	731 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	260	363	

BP	1261 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	61 <sup>Ab</sup>	239 <sup>Bb</sup>	2 <sup>Ab</sup>	156 <sup>Ab</sup>	245	338
$\bar{x}$	1209	155	27	41	421	0.6	107		
EEM	1474	641	86	68	320	5	172		
Primavera 2022									
TB	3541 <sup>Aa</sup>	2035 <sup>Aab</sup>	235 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Bb</sup>	394 <sup>Bb</sup>	233 <sup>ABb</sup>	262 <sup>Ab</sup>	957	2296
PO	3459 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bb</sup>	0 <sup>Bb</sup>	212 <sup>Bb</sup>	696 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Bb</sup>	0 <sup>Ab</sup>	623	846
BP	1544 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bd</sup>	0 <sup>Bd</sup>	923 <sup>Ab</sup>	130 <sup>Cd</sup>	445 <sup>Ac</sup>	76 <sup>Ad</sup>	445	260
$\bar{x}$	2847	678	78	378	406	226	112		
EEM	3706	1665	104	336	250	251	388		

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media. DMS= Diferencia mínima significativa.

**Anexo 2.** Composición botánica morfológica (%) de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Verano 2021										
Cultivo	Hoja	Pecíolo	Estolón	Tallo	Material muerto	Inflore	Maleza	DMS	EMM	
TB	35 <sup>Ba</sup>	10 <sup>Aa</sup>	4 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ba</sup>	13.3 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ba</sup>	38.6 <sup>Aa</sup>	15.5	2.2	
PO	82 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Bc</sup>	3 <sup>Bbc</sup>	15 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Ac</sup>	4.1	11.8	
BP	36 <sup>B</sup>	0 <sup>B</sup>	0 <sup>B</sup>	26 <sup>A</sup>	9 <sup>A</sup>	27 <sup>A</sup>	1.6 <sup>A</sup>	4.2	12.1	
□	50	3	1	9.6	12.4	9	13.4			
DMS	14.5	2.9	0.3	1.9	7.1	4.5	15			
EEM	42.2	8.6	0.97	5.5	20.6	13	43.6			
Otoño 2021										
TB	51 <sup>Ba</sup>	22 <sup>Ab</sup>	8 <sup>Accd</sup>	0 <sup>Bd</sup>	4 <sup>Accd</sup>	0 <sup>Ad</sup>	15 <sup>Abc</sup>	4	13	
PO	78 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Ac</sup>	4 <sup>ABbc</sup>	14 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ac</sup>	0.6 <sup>Bc</sup>	3	10	
BP	70 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Ac</sup>	11 <sup>Ab</sup>	7 <sup>Abc</sup>	6 <sup>Abc</sup>	4 <sup>Bbc</sup>	3	10	
□	66	7	0.20	5	8	2	6			
DMS	6	3	4	3	4	2	2			
EEM	17	9	11	8	13	6	6			
Invierno 2021										
TB	56 <sup>Aa</sup>	18 <sup>Ab</sup>	4 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Bb</sup>	12 <sup>Bb</sup>	0 <sup>Ab</sup>	10 <sup>Ab</sup>	6	18	
PO	57 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bb</sup>	0 <sup>Bb</sup>	3 <sup>ABb</sup>	39 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0 <sup>Ab</sup>	6	18	
BP	75 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Bc</sup>	4 <sup>Abc</sup>	13 <sup>Bb</sup>	0 <sup>Ac</sup>	7 <sup>Abc</sup>	3	10	
□	62	6	1.3	2.5	21	0	5			
DMS	9.5	4.40	0.57	1.45	7	0	5			
EEM	27	12	1.6	4	20	0	15			
Primavera 2022										
TB	48 <sup>Ba</sup>	28 <sup>Aab</sup>	4 <sup>Abc</sup>	0 <sup>Bc</sup>	7 <sup>Bbc</sup>	3 <sup>Bc</sup>	10 <sup>Abc</sup>	8	24	



PO	78 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Bc</sup>	5 <sup>Bc</sup>	4 <sup>Bb</sup>	0 <sup>Bc</sup>	0 <sup>Ac</sup>	3	8
BP	49 <sup>Ba</sup>	0 <sup>Bd</sup>	0 <sup>Bd</sup>	29 <sup>Ab</sup>	16 <sup>Ad</sup>	15 <sup>Ac</sup>	2 <sup>Ad</sup>	2	8
□	58	9	1.4	11	9	6	3		
DMS	7.7	5	1.3	2	3	1	7		
EEM	22	15	3	8	8	5	22		

---

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media. DMS= Diferencia mínima significativa.

**Anexo 3.** Radiación interceptada (%) de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivo	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	P < 0.05	DMS	EEM
TB	35 <sup>Cc</sup>	56 <sup>Bb</sup>	55 <sup>Ab</sup>	65 <sup>Aa</sup>	52 <sup>A</sup>	0.1939	34	12
PO	61 <sup>Aa</sup>	60 <sup>ABab</sup>	56 <sup>Aab</sup>	46 <sup>Bb</sup>	55 <sup>A</sup>	0.0813	15	5
BP	52 <sup>Bb</sup>	74 <sup>Aa</sup>	52 <sup>Ab</sup>	37 <sup>Cc</sup>	53 <sup>A</sup>	0.0055	17	6
$\bar{x}$	49 <sup>b</sup>	63 <sup>a</sup>	54 <sup>ab</sup>	49 <sup>b</sup>				
P < 0.05	0.0007	0.066	0.9518	0.2796				
DMS	6	14	29	39				
EEM	2	4	10	13				

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media. DMS= Diferencia mínima significativa.

**Anexo 4.** Tasa de aparición de tallos vivos y muertos de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

	Vivos			$\bar{x}$	P < 0.05	EEM	DMS
	TB	PO	BP				
Jun	4 <sup>Bf</sup>	15 <sup>ABe</sup>	32 <sup>Aabc</sup>	16.8	0.0409	6.5	18.9
Jul	10 <sup>Aef</sup>	25 <sup>Ad</sup>	39 <sup>Aabc</sup>	24.7	0.1457	10.12	29.4
Ago	14 <sup>Bde</sup>	38 <sup>Abc</sup>	30 <sup>Abc</sup>	27.2	0.0146	4.2	12.4
Sep	19 <sup>Ccde</sup>	45 <sup>Aab</sup>	28 <sup>Bc</sup>	30.5	0.0003	1.6	4.85
Oct	25 <sup>Babc</sup>	49 <sup>Aa</sup>	49 <sup>Aabc</sup>	41	0.0005	2.0	5.82
Nov	30 <sup>Bab</sup>	51 <sup>Aa</sup>	35 <sup>Babc</sup>	38.5	0.0310	4.6	13.58
Dic	32 <sup>Ba</sup>	50 <sup>Aa</sup>	40 <sup>ABabc</sup>	40.6	0.1294	6.3	18.5
Ene	27 <sup>Babc</sup>	46 <sup>ABab</sup>	40 <sup>ABabc</sup>	37.6	0.0661	5.4	15.7
Feb	24 <sup>Babc</sup>	47 <sup>Aab</sup>	47 <sup>Aa</sup>	39.2	0.0463	6.4	18.8
Mar	23 <sup>Bbcd</sup>	41 <sup>Aabc</sup>	45 <sup>Aa</sup>	36.3	0.0270	4.8	14.1
Abr	19 <sup>Bcde</sup>	39 <sup>Abc</sup>	43 <sup>Aab</sup>	33.6	0.0476	6.1	17.9
May	18 <sup>Bcde</sup>	34 <sup>Acde</sup>	38 <sup>Aabc</sup>	29.8	0.0309	4.5	13.1
$\bar{x}$	20.3	40	37.4				
P < 0.05	<.0001	<.0001	0.0001				
EEM	3	3	5				
DMS	9	10	15				
	Muertos			$\bar{x}$	P < 0.05	EEM	DMS
	TB	PO	BP				
Jun	0 <sup>Ad</sup>	0 <sup>Ad</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0	.	0	0
Jul	1 <sup>Bcd</sup>	0 <sup>Bd</sup>	22 <sup>Aa</sup>	7.7	0.0306	5.2	15.3
Ago	4 <sup>Aabcd</sup>	1 <sup>Acde</sup>	10 <sup>Ab</sup>	4.8	0.2090	4.3	12.5
Sep	2 <sup>Bcd</sup>	4 <sup>Bd</sup>	9 <sup>Ab</sup>	4.6	0.0054	1.1	3.3
Oct	2 <sup>Abcd</sup>	4 <sup>Abcd</sup>	7 <sup>Ab</sup>	4.3	0.4247	3.1	9.04
Nov	2 <sup>Bbcd</sup>	4 <sup>Abcd</sup>	1 <sup>Cb</sup>	2.4	0.0012	0.33	0.97
Dic	7 <sup>Aab</sup>	5 <sup>ABcb</sup>	2 <sup>Bb</sup>	4.7	0.1193	1.6	4.8
Ene	8 <sup>Aa</sup>	6 <sup>Ab</sup>	6 <sup>Ab</sup>	6.7	0.9337	2.6	7.7
Feb	9 <sup>Aa</sup>	12 <sup>Aa</sup>	7 <sup>Ab</sup>	8.7	0.1791	2.5	7.3
Mar	6 <sup>Babc</sup>	12 <sup>Aa</sup>	8 <sup>ABb</sup>	8.4	0.0963	1.9	5.7
Abr	4 <sup>Aabcd</sup>	8 <sup>Aab</sup>	9 <sup>Ab</sup>	6.6	0.1262	1.8	5.3
May	0 <sup>Ad</sup>	0 <sup>Ad</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0	.	0	0
$\bar{x}$	3.6	4.3	6.6				
P < 0.05	<.0001	<.0001	<.0001				
EEM	1.6	1.6	4.9				
DMS	3.8	11.3					

Misma letra minúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra mayúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media. DMS= Diferencia mínima significativa.

**Anexo 5.** Elongación y senescencia de hoja de (TB) trébol blanco (*Trifolium repens* L.), (PO) pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y (BP) ballico perenne (*Lolium perenne* L.), en el ciclo de producción de junio 2021 a mayo 2022 en el Sureste del Coahuila México.

Cultivo	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	$\bar{x}$	P < 0.05	DMS	EEM
TB	6 <sup>Bb</sup>	6.6 <sup>Bab</sup>	7 <sup>Bab</sup>	10 <sup>Ca</sup>	7.5 <sup>B</sup>	0.0642	3	1.4
PO	36 <sup>Aa</sup>	32 <sup>Aa</sup>	35 <sup>Aa</sup>	35 <sup>Ba</sup>	34 <sup>A</sup>	0.2875	15	5
BP	33 <sup>Ab</sup>	35 <sup>Aab</sup>	41 <sup>Aab</sup>	53 <sup>Aa</sup>	40 <sup>A</sup>	0.0608	19	6
$\bar{x}$	25 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	33 <sup>a</sup>				
P < 0.05	0.0352	0.0067	0.0074	<.0001				
DMS	21	13	15	5.9002				
EEM	7.52	4.4	5	2.02				
<b>Senescencia</b>								
TB	0 <sup>Ab</sup>	0.3 <sup>Bab</sup>	1 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0.3 <sup>A</sup>	0.0345	0.8	0.2
PO	0 <sup>Ab</sup>	1.3 <sup>Aa</sup>	1 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0.5 <sup>A</sup>	0.0061	0.8	0.2
BP	0 <sup>Ab</sup>	1.6 <sup>Aa</sup>	1 <sup>Aa</sup>	0 <sup>Ab</sup>	0.6 <sup>A</sup>	0.0025	0.8	0.2
$\bar{x}$	0 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>				
P < 0.05	.	0.0233	.	.				
DMS	0	0.9	0	0				
EEM	0	0.3	0	0				

Misma letra mayúscula, en una misma columna no son diferentes estadísticamente ( $p > 0.05$ ). Misma letra minúscula, en una misma fila no son diferentes estadísticamente (Tukey;  $p > 0.05$ ) EEM= error estándar de la media. DMS= Diferencia mínima significativa.

