



**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

---

---

**COMPLEJO REGIONAL CENTRO**

**SEDE TECAMACHALCO**

**Evaluación de la producción y desarrollo del  
forraje de alfalfa, cuando se fertiliza con  
composta y lombricomposta**

**TESIS PROFESIONAL**

**Que para obtener el Título de:  
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

**Presenta:**

**Eliud Flores Martínez**

**DIRECTOR INTERNO:**

**Dr. Martin Carmona Victoria**

**DIRECTOR EXTERNO:**

**Dr Jorge Ezequiel Hernández Hernández**

**ASESORES:**

**Dr. Manuel Hernández Hernández**

**MC Alma Delia Neponuceno Crisóstomo**

**El Salado, Tecamachalco. Pue. Febrero 2020**

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

Odilón Flores Martínez y Margarita Martínez Martínez a quienes les debo lo que soy y dedico mis logros académicos.

### **A mis hermanos**

Evelin, Shely, Lalo, Oscar y Rudi con quienes compartí esta etapa, así como lo que llevo de vida.

### **A mi abuelita**

Isabel Martínez con quien desarrollé el gusto por la ganadería y conservo hermosos recuerdos de la infancia que siempre llevare en mi corazón.

### **A mi amigo**

Juan Manuel Rodríguez García compañero y amigo una excelente persona y me duele profundamente que no haya podido estar conmigo compartiendo este momento.

## **Agradecimiento**

A mis padres Odilón Flores Martínez y Margarita Martínez Martínez que siendo de bajos recursos me dieron educación, agradecido eternamente.

A la BUAP Por a verme becado con condonación de pago durante la carrera, al igual que haberme puesto a mi servicio instalaciones de calidad, gracias a ellos puedo decir que soy orgullosamente BUAP.

Al Dr. Martin Carmona Victoria, así como a mis asesores por su disposición y tiempo para este trabajo.

A mis compañeros de la generación 2015, pilar fundamental que logro la consolidación de la carrera fuera de su sede principal, y estoy seguro que sin ellos esto no hubiera sido igual y estoy feliz de que esto haya sucedido como sucedió.

A la familia Andrade Monterrosas por haberme permitido realizar el desarrollo del experimento en su propiedad ejidal así como el trato que a mi persona.

## INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
<b>PORTADA.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>III</b>
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VIII</b>
<b>CAPITULO I (Introduccion).....</b>	<b>1</b>
1.2 Importancia.....	1
Presentación del problema.....	1
1.3 justificación.....	2
1.4 objetivos.....	3
1.4 Objetivo general.....	3
1.4.1 Objetivos específicos.....	3
1.5 hipótesis.....	4
<b>CAPITULO II (Revisión de literatura).....</b>	<b>5</b>
2.1 Origen del cultivo de la alfalfa.....	5
2.2 Importancia del cultivo de la alfalfa en México.....	5
2.3 Producción de alfalfa en México.....	6
2.4 Producción de alfalfa en el estado de Puebla.....	7
2.5 Características botánicas de la alfalfa.....	7
2.6 Clasificación taxonómica de la alfalfa.....	8
2.7 Características del cultivo de alfalfa.....	9

2.8 Abonos orgánicos.....	10
2.9 Lombricomposta.....	11
2.10 Composta.....	12
<b>CAPITULO III (Materiales y métodos).....</b>	<b>14</b>
3.1 Localización del sitio experimental.....	14
3.2 Material biológico.....	14
3.3 Diseño experimental.....	15
3.4 Preparación del terreno.....	15
3.5 Aplicación de los tratamientos.....	15
3.6 Variables a evaluar.....	16
3.6.1 Altura de planta.....	16
3.6.2 Numero de trifolios.....	16
3.6.3 Producción de materia seca.....	16
3.6.4 Costos económicos de fertilizar con abonos orgánico.....	17
3.6.5 Análisis estadísticos.....	17
<b>CAPITULO IV (Resultados y discusión).....</b>	<b>18</b>
4.1 Altura de la planta durante el primer corte.....	18
4.2 Número de trifolios durante el primer corte.....	19
4.3 Altura de planta del segundo corte.....	21
4.4 Número de trifolios del segundo corte.....	22
4.5 Producción de materia seca del primer corte.....	24
4.6 Producción de materia seca del segundo corte.....	24
4.7 Producción de materia seca total.....	26
4.8 Costos económicos de fertilizar con abonos orgánicos.....	26
4.8.1 Ingresos del primer corte.....	27
4.8.2 Ingresos del segundo corte.....	28
4.8.3 Ingresos totales.....	29

<b>CAPITULO V (Conclusiones)</b> .....	<b>30</b>
5.1 recomendaciones.....	31
5.2 literatura citada.....	32
5.3 anexos.....	35
Anexo 1. Conteo de trifolios.....	35
Anexo 2. Medición de altura de tallos.....	35
Anexo 3. Homogenización del cultivo.....	36

## ABREVIATURAS

\$: Pesos mexicanos

cm: Centímetros

DSM: Diferencia significativa mínima

kg/ha: kilogramos por hectárea

kg: Kilogramos

MS: Materia seca

N. T.: Numero de trifolios

T1: Tratamiento uno

T2: Tratamiento dos

T3: Tratamiento 3

ton: Toneladas

## ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pagina
<b>Cuadro 1.</b> Altura en cm de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.....	20
<b>Cuadro 2.</b> Numero de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.....	21
<b>Cuadro 3.</b> Altura en cm de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.....	20
<b>Cuadro 4.</b> Número de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.....	24
<b>Cuadro 5.</b> Producción de MS del primer corte.....	27
<b>Cuadro 6.</b> Producción de MS del segundo corte.....	27
<b>Cuadro 7.</b> Producción de MS total.....	29
<b>Cuadro 8.</b> Ingresos del primer corte.....	29
<b>Cuadro 9.</b> Ingresos del segundo corte.....	26
<b>Cuadro 10.</b> Ingresos totales.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pagina
<b>Figura 1.</b> Producción de alfalfa en México.....	6
<b>Figura 2.</b> Morfología de la alfalfa.....	7
<b>Figura 3.</b> Producción de alfalfa en el estado de Puebla del año 2013 al 2018.....	8
<b>Figura 4.</b> Localización del municipio de Quecholac.....	13
<b>Figura 5.</b> Mapa de la comunidad de San José Tuzuapan.....	14
<b>Figura 6.</b> Altura en cm de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.....	18
<b>Figura 7.</b> Número de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.....	19
<b>Figura 8.</b> Alturas en cm de la alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.....	21
<b>Figura 9.</b> Número de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.....	22
<b>Figura 10.</b> Producción de MS de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos, del primer corte.....	23
<b>Figura 11.</b> Producción de MS del forraje de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos, del el segundo corte.....	24
<b>Figura 12.</b> Producción total de MS del forraje de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos.....	26
<b>Figura 13.</b> Ingresos del primer corte.....	26

**Figura 14.** Ingresos del segundo corte.....27

**Figura 15.** Ingresos totales.....28

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el desarrollo vegetativo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) y la producción de materia seca cuando es fertilizada con dos abonos orgánicos (lombricomposta y composta). En México la alfalfa es el forraje más común en la alimentación del ganado, esto es gracias al rendimiento de este cultivo, su calidad nutricional y su aceptación por el ganado, en el país durante el año 2019 se registró una producción promedio 34.7 millones de toneladas de alfalfa, y en el estado de Puebla la producción sea mantenido en un rango de un millón a poco más de un millón y medio toneladas al año durante los últimos 7 años. El experimento se realizó en el paraje de “La Margarita” perteneciente al pueblo de San José Tuzupán, ubicado en el municipio de Quecholac, Puebla, en una área de 50m x 5m en dirección oriente – poniente la cual se dividió en tres partes iguales, los tratamientos fueron T1: Tratamiento testigo, T2: Tratamiento alfalfa fertilizada a razón de 1.5 toneladas por hectárea de lombricomposta, T3: Tratamiento alfalfa fertilizada a razón de 1.5 toneladas por hectárea de composta. Las variables que se evaluaron fueron altura de la planta (cm), número de trifolios, rendimiento de forraje y costo de fertilización, obteniendo como resultado que la alfalfa fertilizada con lombricomposta presentó un mayor desarrollo vegetativo al igual que una mayor producción de materia seca, concluyendo que la fertilización con lombricomposta y composta tuvieron un efecto positivo en la producción de alfalfa.

Palabras claves: alfalfa (*Medicago sativa* L.), abonos orgánicos, lombricomposta, composta, costo de fertilización.

## ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the vegetative development of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and the production of dry matter when it is fertilized with two organic fertilizers (vermicompost and compost). In Mexico alfalfa is the most common forage in livestock feed, this is thanks to the performance of this crop, its nutritional quality and its acceptance by livestock, in the country during 2019 an average production of 34.7 million tons was recorded of alfalfa, and in the state of Puebla the production is maintained in a range of one million to just over one and a half million tons per year during the last 7 years. The experiment was carried out in the area of "La Margarita" belonging to the town of San José Tuzapan, located in the municipality of Quecholac, Puebla, in an area of 50m x 5m in the east - west direction which is divided into three equal parts, The treatments were T1: Control treatment, T2: Alfalfa treatment fertilized at a rate of 1.5 tons per hectare of vermicompost, T3: Alfalfa treatment fertilized at a rate of 1.5 tons per hectare of compost, the variables that were evaluated were plant height (cm ), number of trefoils, forage yield and cost of fertilization, obtaining as a result the alfalfa fertilized with vermicompost, showed a greater vegetative development as well as a greater production of dry matter, concluding that the fertilization with vermicompost and compost had a positive effect on alfalfa production.

Keywords: alfalfa (*Medicago sativa* L.), organic fertilizers, vermicompost, compost, fertilization cost.

# **CAPÍTULO I**

## **Introducción**

### **1.1 importancia**

La alfalfa es considerada como uno de los principales forrajes en la ganadería debido a su alto valor nutricional y su buena aceptación por el ganado, gracias a eso ocupa una gran cantidad de superficie sembrada en México, tan solo en el año 2020 en el estado de Puebla se sembraron 19,139.95 hectáreas de alfalfa de la cual se obtuvo una derrama económica de 747,881.32 pesos en el municipio de Quecholac a donde pertenece el pueblo de San José Tuzuapan se sembraron 110 hectáreas de alfalfa de las cuales se obtuvo una ganancia económica de 4,107.87 pesos tan solo por ese cultivo (SIAP, 2020), con dicha información podemos decir que los productores de la comunidad de San José Tuzuapan obtienen recursos económicos gracias al cultivo de alfalfa por lo cual es importante mejorará las formas de producción para que los agricultores tenga mejores utilidades dentro de su actividad.

### **1.2 planteamiento del problema**

Se sabe que una de las acciones esenciales para que el rendimiento de un cultivo sea óptimo es la fertilización, la cual es muy importante para las plantas porque las ayuda a cumplir sus necesidades fisiológicas y bioquímicas, gracias a la fertilización las plantas obtienen los elementos que requiere para sintetizar los compuestos metabólicos y estructurales que necesitan (Alcántara *et al.*, 2012).

La fertilización del cultivo de alfalfa no es muy común en la zona y cuando se realiza suele hacerse utilizando fertilizantes químicos, los cuales llegan a causar daños al medio ambiente y a la salud, los principales problemas ambientales que causan la aplicación de los fertilizantes nitrogenados son: la contaminación de las aguas por nitratos, eutrofización y emisión de gases a la atmósfera y los problemas que provoca en la salud están relacionados con la presencia de los nitratos que por

lixiviación van a parar a las aguas subterráneas ocasionando la contaminación del agua (Vega, 2017).

### **1.3 justificación**

Por lo tanto es necesario dar a conocer a los productores las ventajas de fertilizar con abonos orgánicos como lo son la composta y la lombricomposta

En el año 2012 se trabajó en el estado de Chihuahua con composta y lombricomposta de bovino complementada con urea en la fertilización de lechuga (Olivares *et al.*,2012), en el mismo año se publicó un trabajo en el cual se evaluó la fertilización de alfalfa con estiércol de ovino, fertilizante comercial y una mezcla de ambos, donde se determinó que la producción de forraje de alfalfa fue mayor en el tratamiento donde se aplicó una mezcla de fertilizante comercial y orgánico (Flores *et al.*, 2012), el año 2011 se publicó una tesis en Ecuador en donde se evaluó diferentes niveles de micorrizas y diferentes niveles de estiércol de bovino para evaluar el rendimiento de alfalfa (Herendida,2011) por lo cual se puede decir que no se ha trabajado con la utilización de lombricomposta y composta en el desarrollo vegetativo de la alfalfa (*Medicago sativa*) así como en la producción de materia seca de esta, es por esa razón que se tomó la decisión de realizar el presente trabajo en la evaluación del cultivo de alfalfa con dichos abonos orgánicos ya que estos podrían mejorar el desarrollo vegetativo y la producción de materia seca la alfalfa.

#### **1.4 objetivos**

Los objetivos del presente trabajo fueron:

##### **Objetivo general:**

Evaluar la producción de materia seca de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) cuando es fertilizada con dos abonos orgánicos (lombricomposta y composta).

##### **Objetivos específicos**

1.- Evaluar el desarrollo vegetativo de la alfalfa cuando se fertiliza con composta y lombricomposta.

2.- Determinar los costos de producción económica de forraje de alfalfa cuando se fertiliza con composta y lombricomposta.

## **1.5 hipótesis**

El uso de composta y lombricomposta tendrán repercusión en la producción de materia seca de la alfalfa, así como en su desarrollo vegetativo.

## **Capítulo II**

### **Revisión de literatura**

#### **2.1 Origen del cultivo de la alfalfa**

Se conoce que la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es originaria de Asia, específicamente entre las regiones de Mesopotamia, Persia, Turquestán y Siberia se cree que de ahí fue llevada por los persas a Grecia en el año 490 a. C. y tras la invasión de Grecia por los romanos la alfalfa fue llevado por estos últimos a Europa y en los años de 1894 fue traída al continente americano y esta se empezó a cultivar en los estados de California, Nuevo México y Arizona (Heath *et al.*, 1975).

#### **2.2 Importancia del cultivo de la alfalfa en México**

En México la alfalfa es el forraje más común en la alimentación del ganado lechero en las regiones áridas, semiáridas y tropicales del país, esto es gracias al rendimiento del cultivo, su calidad nutricional y su aceptación por el ganado (Mendoza *et al.*, 2010), al igual que su buena producción de biomasa lo cual beneficia a los procesos de almacenamiento de dicho forraje (Dixon, 2015).

### 2.3 Producción de la alfalfa en México

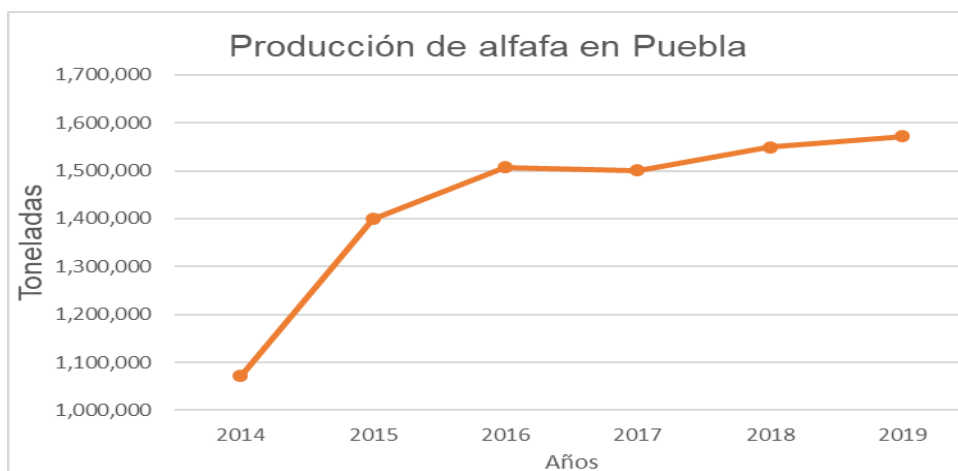
En el país durante los últimos 10 años se han registrado una producción anual promedio 30 millones de toneladas de alfalfa, quedando el estado de Chihuahua como líder en la producción de alfalfa, se tiene datos que en el año 2019 se cosecho en dicho estado 8,116,222.10 de toneladas de alfalfa, mientras que Puebla ocupa el lugar número 9 en la producción de alfalfa con 1,572,320.95 toneladas de alfalfa durante el mismo año tomando en cuenta todos los tipos de tecnología, todos los tipos de modalidad de riego, todas las variedades y todas las formas de producción, la figura 1 se muestra la producción general de alfalfa desde el año 2014 al año 2019 (SIAP, 2020).



Figura1. Producción de alfalfa en México

## 2.4 Producción de alfalfa en el estado de Puebla

Según el (SIAP, 2020) en el estado de Puebla la producción anual de alfalfa tanto en sistemas de riego como temporal sea mantenida en un rango de un millón a un millón seiscientas toneladas por año durante los últimos 6 años como se muestra a continuación (Figura 1), el municipio de Quecholac durante el año 2019 presentó una producción de 8,891.30 toneladas de alfalfa ocupando el lugar número 28 en producción general, mientras que el municipio de Tecamachalco se presentó en el primer lugar con una producción de 190,973.75 toneladas de alfalfa, en Puebla como en todo el país la alfalfa se utiliza principal mente para la alimentación de ganado ya se ha como ensilado o como heno.

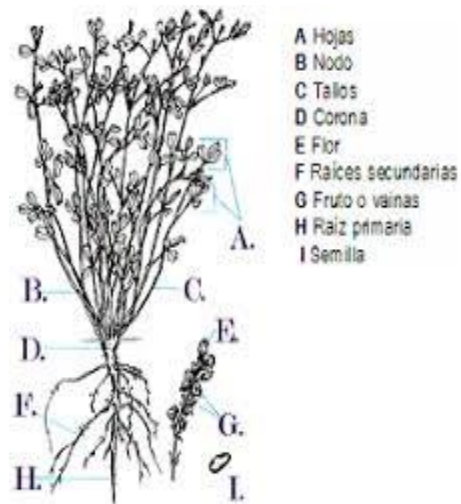


**Figura 2.** Producción de alfalfa en el estado de Puebla durante los últimos años.

## 2.5 Características botánicas de la alfalfa

La alfalfa (*Medicago sativa* L.), es una planta herbácea de porte erecto y semierecto, sus hojas son trifoliadas, alternas y pecioladas, con folíolos de color

verde oscuro y dentados en el tercio superior, sus tallos son erguidos y herbáceos en la base de éstos se encuentra formación perenne y semileñosa, esta cuenta con un sistema radicular conformado por una raíz pivotante capaz de alcanzar varios metros de profundidad, sus inflorescencias son en racimos axilares simples y pedunculados las cuales suelen ser azul violáceas (SAPA., 2001).



**Figura 3.** Morfología de la alfalfa.

## 2.6 Clasificación taxonómica de la alfalfa

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Fabales

FAMILIA: Fabaceae

GÉNERO: Medicago

ESPECIE: sativa L. (CONABIO, 2019)

## **2.7 Características agronómicas del cultivo de alfalfa**

El pH óptimo para cultivo es de 7.2, un pH de igual o menor de 5 puede provocar un daño en las bacterias *Rhizobium* que vive en simbiosis con la planta, esta es sensible a los altos niveles de salinidad los cuales provoca en estos problemas fisiológicos (Soriano, 2003).

La temperatura para tener un buen desarrollo del cultivo se debe encontrar en un rango de 18 a 28° C., los síntomas cuando el cultivo se encuentran en un suelo salino son: la palidez de tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y por último la interrupción del crecimiento vegetativo, en los requerimientos de fertilización tenemos que se debe abonar 20 kg por ha de nitrógeno ya que cantidades mayores provocara que se detengan la formación de nódulos, en los suelos arcillosos y profundos la dosis de fosforo debe de ser de 150 a 200 kg por ha para todo el ciclo del cultivo, en suelos pobres en potasio se recomienda una fertilización anual de 100 a 200 kg a ha, para cubrir las demandas de azufre se recomienda utilizar sulfato amónico, en el caso del boro suele ser muy común que se presente una deficiencia de este elemento en el cultivo de la alfalfa, ocasionando la detención del crecimiento, un amarillamiento de las hojas terminales y escaso crecimiento entre nudos. Estas dosis de fertilización dan como resultado una alfalfa con las características bromatológicas de proteína bruta de 24% en hojas y de 10.7% en tallos, una grasa bruta de 3.1% en hojas y de 1.3 en tallos, una fibra bruta de 16.4% en hojas y de 44.4% en tallo y de cenizas de un 10% en hojas y de un 6.3% en tallo (Guytanilla *et al.*, 2005)

## 2.8 Abonos orgánicos

la agricultura orgánica que abarca los cultivos asociados, el descanso de suelos, la rotación de cultivos y el uso de abonos orgánicos como lo es el estiércol de animales, fue practicada por nuestros ancestros y mantenida por los pequeños productores, logrando un uso sustentable del suelo, pero con el paso del tiempo la mancha urbana empezó a crecer y al igual que la población lo cual provoco una mayor demanda de alimento, como respuesta a esto último se dio pie al inicio de la llamada “revolución verde” (la cual inicio en el año de 1960), en dicho movimiento se crea y se impulsa los fertilizantes, plaguicidas, maquinarias lo cual en un principio solucionó el problema de la falta de alimentos, pero con el tiempo, produjo una degradación de los suelos, de los ecosistemas y de la salud de los humanos. Hoy la tendencia es volver hacia un uso sustentable de los recursos y la aplicación de abonos orgánicos se considera como una alternativa para lograrlo (Ormeño *et al.* 2007)

Los abonos orgánicos son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos, el abono obtenido es rico en energía y microorganismos, en casi cualquier tipo de cultivos el uso de los abonos orgánicos se ha vuelto cada vez más común por dos razones: una es que el abono que se produce es de mayor calidad y dos que esta es de bajo costo con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado (Mosquera, 2010).

Los abonos orgánicos se obtienen a través de la transformación que se logran específicamente por la acción de hongos, bacterias, protozoarios y lombrices en residuos orgánicos como estiércol y rastrojos, los abonos orgánicos una vez que se incorporan al suelo ayudan a mejorar la estructura del suelo al igual que contiene activadores de crecimiento y nutrientes minerales que favorecen el desarrollo de los cultivos (Paredes *et al.*, 2007) dentro de estos se encuentra la composta y la lombricomposta los cuales se describen a continuación.

## 2.9 Lombricomposta

El lombricomposteo es un proceso similar a la composta la diferencia es que en la primera se utilizan lombrices, la lombricomposta es una biotécnica en la cual se aprovechan los residuos orgánicos y se transforman en un producto nutricional para las plantas (León, 2013).

También se puede decir que el lombricomposteo es un proceso de biooxidación y estabilización de materia orgánica bajo condiciones controladas de participaciones conjuntas de especies de lombriz bajo cierta temperatura, al producto de dicho proceso se le da el nombre de lombricomposta.

La lombricomposta o también conocida como humus de lombriz o vermicomposta, es obtenida a través de la fracción de los residuos orgánicos realizado por las lombrices y los microorganismos, el cual es alto en contenidos nutrimentales para las plantas y es común mente utilizado para el mejoramiento de los suelos (Ruiz, 2011).

De las 2,500 lombrices que han sido clasificadas muy pocas se han logrado domesticar, dentro de estas encontramos las lombrices que son utilizadas para el proceso de lombricomposteo se encuentran las lombrices: roja californiana (*Eisenia foetida*, *Eisenia andrei*) y la lombriz africana (*Eudrilus eugeniae*) de las cuales la especie *Eisenia foetida* es la más utilizada debido a sus buenas características reproductivas, metabólicas y que ha respondido bien a condiciones de cautiverio así como su capacidad de establecerse bien a cualquier clima.

Los beneficios que se tienen en la utilización de humus de lombriz o lombricomposta es que actúa como un biorregulador, cuenta con un alto contenido en ácidos húmicos y fúlvicos, no sufre descomposición gracias a las estructuras fisicoquímicas de las moléculas húmicas, es altamente soluble, eleva la carga microbiana en el suelo, mejora la retención del agua tiene una enorme capacidad de intercambio catiónico y mejora la estructura del suelo (Guanche, 2015).

## 2.10 Composta

La composta o compost es un proceso biológico que ocurre en condiciones aeróbicas y en la cual gracias a una adecuada humedad y temperatura se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable para las plantas, también que se puede decir que es la suma de los procesos metabólicos que es realizado por diferentes microorganismos que en presencia del oxígeno aprovechan el nitrógeno y el carbono para producir su propia biomasa generando calor y un sustrato sólido llamado composta.

El proceso de compostaje se divide en tres etapas, así como un tiempo de maduración, las etapas se dividen según la temperatura.

La primera fase es la mesófila en la cual las bacterias que han empezado el compostaje a temperatura ambiente empiezan a subir su temperatura hasta llegar a los 45 grados y los microorganismos empiezan a descomponer los compuestos solubles como los azúcares produciendo ácidos orgánicos y bajan el pH hasta 4 o 4.5.

La segunda fase es la termófila en esta fase cuando la temperatura es mayor a los 45 grados los microorganismos mesófilos que se encontraban en la primera fase son reemplazados por bacterias termófilas las cuales se encargan de la degradación de moléculas más complejas como la celulosa y la lignina, transforman el ácido en amonio y cuando la temperatura llega a los 60 grados aparecen bacterias encargadas de la degradación de ceras y hemicelulosa, también en esta ocurre un proceso de desinfección ya que la alta temperatura se encarga de destruir esporas fitopatógenas, desnaturaliza las semillas de malezas y destruye bacterias como como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*

La fase que sigue es la del enfriamiento: en la cual una vez agotado las fuentes de carbón y el nitrógeno la temperatura comienza a descender y aparecen hongos

visibles a simple vista, cuando la temperatura llega a los 40 grados regresan los organismos mesófilos para reiniciar su actividad.

Fase de maduración: es un período donde se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos (Román *et al.*, 2013).

Los beneficios que se encuentran en la utilización de composta o compost son reducir y reciclar residuos orgánicos, aumenta la capacidad de los suelos para retener agua y nutrientes, previene la compactación del suelo (Picó, 2002).





**Figura 5.** Mapa de la comunidad de San José Tuzupán

### **3.2 Material biológico**

Se utilizó una pradera de alfalfa de variedad Atlixco, la cual ya llevaba 3 años de haber sido establecida, los fertilizantes orgánicos utilizados fueron donaciones proporcionadas por productores de las localidades de San José Tuzupán y Tepanco de López, sin ningún costo para el experimento por ser un experimento de tesis para la universidad.

Se nos dio información que la lombricomposta terminó completamente su proceso, el cual consistió en la degradación de estiércol de bovino el cual pasó primero por un tiempo de secado de 30 días posteriormente se elaboró una cama de dicho estiércol donde se le aplicaron lombrices rojas californianas, el proceso duró 3 meses y la cama se encontró siempre a una humedad del 90%, una vez transcurrido el proceso se separaron las lombrices con trampas de alimento y la lombricomposta se dejó secar a la sombra por 15 días antes de utilizarse.

También se nos dio a conocer que en el proceso de la composta se utilizó estiércol de equino y ovino el cual pasó por un tiempo de secado de un mes y se utilizó también rastro de brócoli y col para la elaboración de la composta, con los

cuales se realizó una mezcla homogénea la cual se volteaba cada 7 días y se mantenía a una humedad de 80% esta mezcla se cubrió con lonas, el tiempo de transformación fue de 6 meses, una vez terminado el proceso se secó a la sombra por 2 semanas para poder utilizarse.

### **3.3 Diseño experimental**

. El experimento fue completamente al azar, se utilizó una melga de 250 m<sup>2</sup> de profundidad en dirección oriente – poniente y se dividió la melga en tres partes iguales una para cada tratamiento, los cuales fueron:

T1: Testigo

T2: Lombricomposta

T3: Composta

### **3.4 Preparación parcelas experimentales**

Se cortó la alfalfa del cultivo ya establecido para dejar completamente homogenizado el terreno, se delimitaron proporcionalmente los cuadrantes donde se aplicarían los respectivos tratamientos.

### **3.5 Aplicación de los tratamientos**

El mismo día de la homogenización de la alfalfa se realizó la aplicación de los fertilizantes, se aplicó a razón de 1.5 toneladas por hectárea de lombricomposta en el primer cuadrante, el segundo cuadrante no se le aplicó ningún tipo de fertilización esto para que funcionara como tratamiento testigo y al tercer cuadrante se le aplicó a razón de 1.5 ton/ha de composta, los abonos orgánicos se aplicaron de forma

que cubrieron su respectivo cuadrante de forma uniforme, después de las cinco semanas se realizó un primer corte a cada tratamiento volviendo a homogenizar los cuadrantes, en esta ocasión no se le aplicó nada, esto para conocer la residualidad de los abonos orgánicos en el cultivo de alfalfa en un segundo corte.

### **3.6 Variables a evaluar**

Las variables a evaluar fueron altura de la planta (cm), número de trifolios, rendimiento de forraje en base materia seca (MS) y los costos económicos de fertilizar con abonos orgánicos. Los datos de las diferentes variables se tomaron en los dos cortes de la alfalfa para conocer el efecto de la fertilización. Las variables son descritas a continuación.

#### **3.6.1 Altura de planta**

Para esto se tomaron diez plantas al azar de cada tratamiento, la medición fue desde el suelo hasta lo más alto de la planta esta variable se midió en cm para lo cual se utilizó una regla. Esta variable fue evaluada semanalmente en los dos cortes. Completando un total de cinco semanas en cada uno de los cortes de cosecha.

#### **3.6.2 Numero de trifolios**

Esta variable fue evaluada tomando datos cada semana hasta el tiempo de corte de cosecha se tomaron diez tallos al azar por tratamiento y cada uno se le contaron sus números de trifolios. En total se tienen cinco semanas por cada corte de cosecha.

#### **3.6.3 Producción de MS**

Una vez que la alfalfa alcanzó su madurez para la cosecha, se tomaron tres muestras de cada tratamiento en cada uno de los cortes, las cuales se cortaron a 5 cm del suelo, de un área de corte de 0.2 m<sup>2</sup>. Posteriormente se identificaron y se

pesaron para que después se pusieron en un horno de secado 70°C por 72 horas, posteriormente se pesaron en seco las muestras para obtener el promedio de producción por hectárea, base materia seca (MS). En total se tienen dos cortes que se analizaron por separado y juntos para el total del ciclo.

#### **3.6.4 Costos económicos de fertilizar con abonos orgánicos**

Consisto en conocer y comparar el precio comercial del forraje de la alfalfa, así como el precio de la composta y la lombricomposta, recordando que el material utilizado para el experimento no tuvo costo debido a que fue una donación hacia la universidad, específicamente para el plan de estudios de IAZ Tecamachalco. Lo que se hizo fue calcular el ingreso que se tendría por hectárea de cada tratamiento y a los cuales se les restaría el costo de la adquisición de su respectivo abono orgánico para así conocer en cual tratamiento se tendrían mayores ganancias.

#### **3.6.5 Análisis estadístico**

El diseño del experimento es completamente al azar y los datos obtenidos se analizaron con el procedimiento GLM con el paquete estadístico de SAS versión 9.0 se utilizó el programa ANOVA y se realizó una comparación de medias por el procedimiento de Tukey con nivel de significancia  $P \leq 0.05$ .

El total de variables recabadas fue analizado estadísticamente empleando un diseño completamente al azar en cuyo modelo fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + E_{ij}$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$V_i$  = Efecto de tratamiento                       $i = 1, 2, 3$

$E_{ij}$  = Error experimental



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 Altura de la planta durante el primer corte

En el cuadro 1, se muestra la altura del cultivo de alfalfa medida en cm.

**Cuadro 1. Altura en cm de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.**

Días*	T1	T2	T3	DSM
0	5	5	5	
7	11.5b	15.5a	13b	1.3035
14	25.4c	30a	28.3b	1.614
21	38.3a	44.7a	41a	7.0144
28	43.5a	50a	45.6a	12.706
35	48.3b	57.2a	53.3b	8.5493

\*las plantas se midieron cada 7 días después de que se fertilizo el cultivo, DMS: Diferencia Mínima Significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).

Como se puede observar desde la semana 1 (día 7), el tratamiento dos (T2) es el que presenta la mayor altura. El T2 mostró una altura de 15.5 cm siendo esta superior significativamente con respecto a los otros tratamientos, superando en 4 cm al T1 y en 2 cm al T3. En la semana 2 (día 14), el T2 mostro una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos teniendo un promedio 30 cm, superando al tratamiento 1 por 4.6 cm y al tratamiento 3 por 1.7 cm. En la semana 3 y 4 (día 21 y día 28) no existió diferencia significativa entre tratamientos, aunque en el día 21 el tratamiento dos presento una altura mayor de 44.7 cm superando al tratamiento 1 por 6.4 cm y al tratamiento 3 por 3.7 cm mientras que en la semana 4 (día 28) el tratamiento dos presento una altura mayor de 50 cm superando al tratamiento 1 por 6.5 cm y al tratamiento 3 por 4.4 cm. En la semana 5 (día 35) el T2 presento diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos superando al tratamiento uno por 8.9 cm y al tratamiento 3 por 3.9 cm y presentando

una altura de 57.2 cm, esta altura es mayor a la que se encontró en otoño en la misma variedad en el estado de México, la cual fue 50 cm. En dicha investigación se evaluó el rendimiento de 5 variedades de alfalfa (Rojas *et al.*, 2016) y también es diferente a la altura que se encontró en el valle central del México la cual fue 38 cm, la variedad que se evaluó fue Atlixco la cual fue evaluada durante el otoño. En dicho trabajo se evaluaron ocho variedades de alfalfa, durante cinco cortes (Saragos *et al.*, 2012). En la Figura 4 se muestra una gráfica de estos datos.

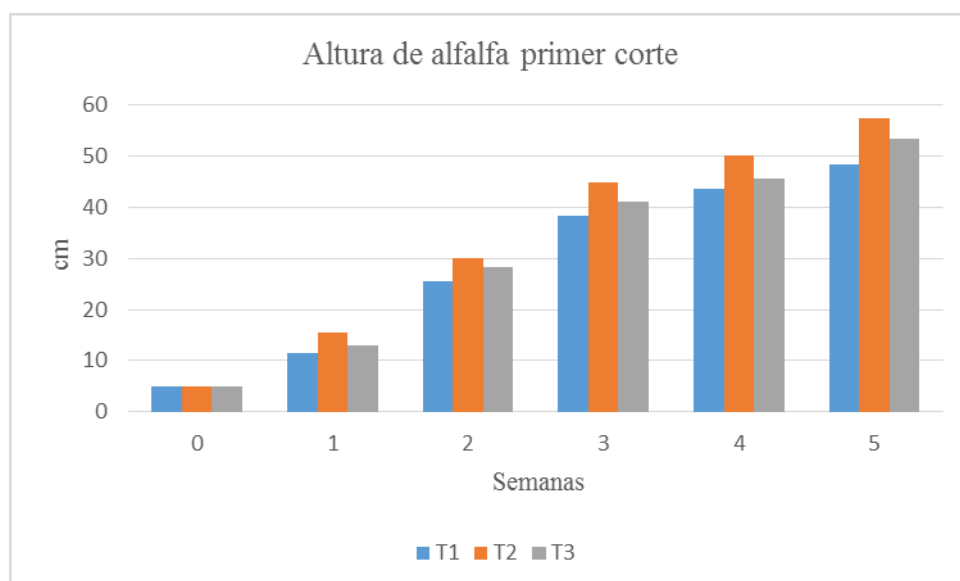


Figura 6. Altura en cm de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.

#### 4.2 Resultados de número de trifolios durante el primer corte

En el Cuadro 2. Se muestra el número de trifolios de cada tratamiento, los cuales se empezaron a tomar desde el día 7 después de la aplicación de los abonos orgánicos y se siguieron tomando cada 7 días, hasta llegar al día 35 (5 semanas).

**Cuadro 2.** Numero de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.

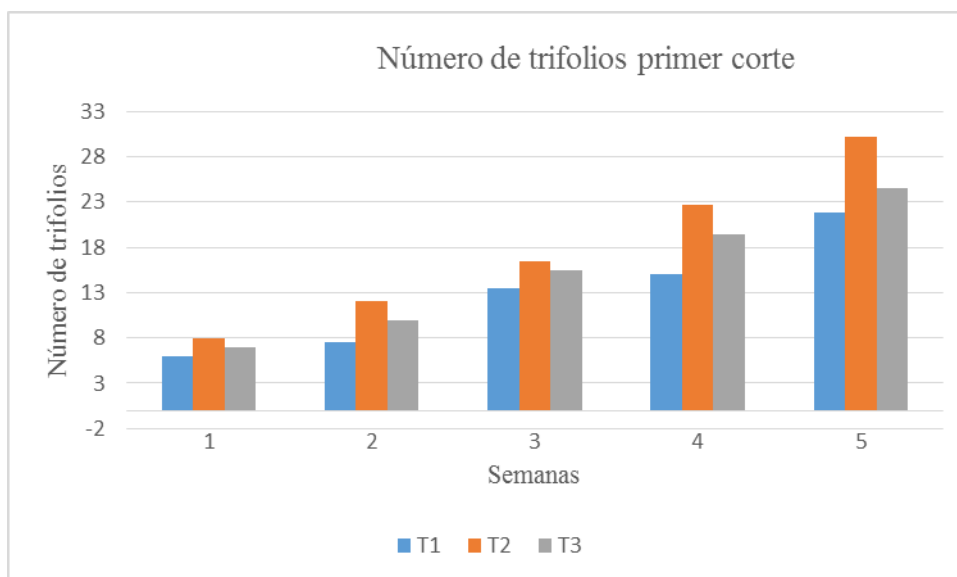
<b>Días*</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>DSM</b>
<b>7</b>	6b	8a	7b	0.9998
<b>14</b>	7.6c	12a	10b	1.8162
<b>21</b>	13.5a	16.5a	15.5a	3.1097
<b>28</b>	15c	22.6a	19.5b	2.0971
<b>35</b>	21.8b	30.2a	22.6b	6.0752

\*los trifolios se contaron cada 7 días después de que se fertilizo la el cultivo, DMS: Diferencia Mínima Significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).

Se puede observar que el tratamiento con mayor número de trifolios fue el tratamiento donde se fertilizó con lombricomposta (T2) y el que presento menor número de trifolios fue el tratamiento testigo (T1), esto también se puede observar mejor en la Figura 5.

En la semana 1 (día 7) el tratamiento 2 mostró diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos teniendo un promedio de 8 trifolios por tallo superando al tratamiento uno por 2 trifolios por tallo y al tratamiento tres por 1 trifolios por tallo. En la semana 2 (día 14) el tratamiento 2 presento diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos teniendo 12 trifolios en promedio por tallo superando al tratamiento uno por 4.4 trifolios y al tratamiento tres por 2 trifolios por tallo. En la semana 3 (día 21) no existió diferencia significativa, aunque el tratamiento 2 presento un mayor número de trifolios el cual fue de 16.5 trifolios por tallo superando al tratamiento 1 por 3 trifolios por tallo y al tratamiento 3 por 2 trifolios por tallo. En la semana 4 (día 28) el tratamiento 2 presento diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos teniendo un promedio de 22 trifolios por tallo superando al tratamiento 1 por 7.6 trifolios por tallo y al tratamiento 3 por 3.1 trifolios

por tallo. En la semana 5 (día 35) el T2 presento diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos presentando 30.2 trifolios por tallo superando al tratamiento uno por 8.4 y al tratamiento tres por 7.6 trifolios por tallo.



**Figura 7.** Número de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el primer corte después de la fertilización.

#### 4.3 Resultados de la altura de planta del segundo corte

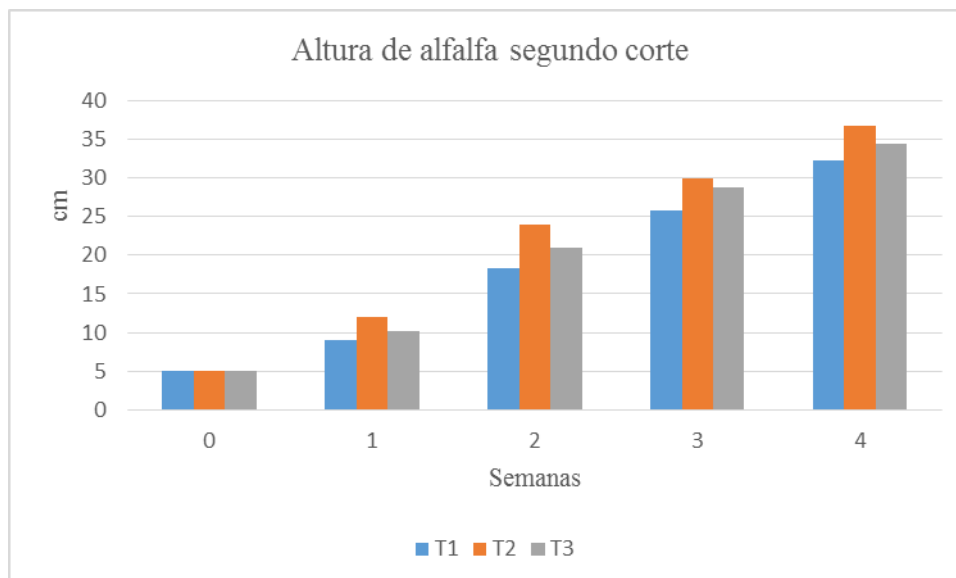
En el cuadro 3. Se muestra las alturas que presentaron los tratamientos durante el segundo corte, cabe mencionar que en este segundo corte no se repitió la fertilización con abonos orgánicos debido a que se quería evaluar la residualidad que tendría cada tratamiento, se puede observar que en este segundo corte el tratamiento dos presentó una mayor altura y el tratamiento uno una menor altura, en la Figura 6. Se muestra la gráfica de estos datos.

**Cuadro 3.** Alturas en cm de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.

<b>Días*</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>DSM</b>
<b>0</b>	5	5	5	
<b>7</b>	9a	12a	10.2a	3.7873
<b>14</b>	18.3b	24a	21b	5.2926
<b>21</b>	25.7a	30a	28.8a	6.0750
<b>28</b>	29b	34.8a	31.5b	2.8011
<b>35</b>	32.2b	36.8a	34.5b	3.7873

\*las plantas se midieron cada 7 días después de que se realizó el corte, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).

En la semana 1 (día 7) no existió diferencia significativa, aunque el tratamiento dos presento una altura mayor de 12 superando al tratamiento uno por 3 cm y al tratamiento tres por 2 cm. En la semana 2 (día 14) el T2 mostró una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos presentando una altura promedio de 24 cm superando al tratamiento uno por 5.7 cm y al tratamiento tres por 3 cm. En la semana 3 (día 21) no existió diferencia significativa, aunque el tratamiento 2 presento una altura mayor de 30 cm superando al tratamiento uno por 4.3 cm y al tratamiento 3 por 2 cm. En la semana 4 (día 28) el T2 mostró diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos teniendo una altura promedio de 34.8 cm superando al tratamiento uno por 5.8 cm y al tratamiento 3 por 3.3 cm. En la semana 5 (día 35) el T2 presento diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos presentando una altura promedio de 36.8 cm superando al tratamiento uno por 4.6 cm y al tratamiento 3 por 2.3 cm.



**Figura 8.** Alturas en cm de la alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.

#### 4.4 Resultado de número de trifolios de alfalfa del segundo corte

En el cuadro 4. Se muestra el número de trifolios de los tratamientos durante el segundo corte los cuales se tomaron a partir del día 7 después del primer corte y posteriormente se tomaron cada 7 días, en la Figura 7. Se puede observar una gráfica de estos datos.

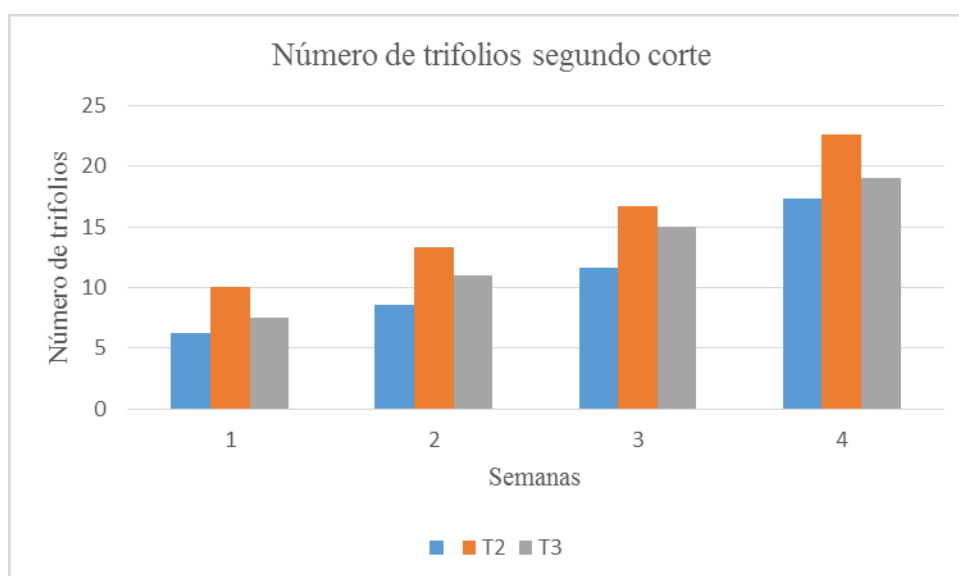
En la semana 1 (día 7) el tratamiento 2 mostro diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos teniendo en promedio 10 trifolios por tallo superando al tratamiento uno por 3.8 trifolios por tallo y al tratamiento 3 por 2.5 trifolios por tallo. En la semana 2 (día 14) no existió diferencia significativa, aunque el tratamiento 2 presento un mayor número de trifolios con 22.8 trifolios por tallo superando al tratamiento 1 por 4.7 trifolios por tallo y al tratamiento tres por 2.3 trifolios por tallo. En la semana 3 (día 21) el T2 y T3 mostraron diferencias significa con respecto al tratamiento 1 aunque el tratamiento dos presento 16.6 trifolios por tallo superando al tratamiento 1 por 5 trifolios por tallo y al tratamiento 3 por 1.6 trifolios por tallo. En la semana 4 (día 28) no existió diferencia significativa, aunque el tratamiento dos

presento un mayor número de trifolios el cual fue de 20.8 superando al tratamiento 1 por 5.8 trifolios por tallo y al tratamiento 3 por 3.8 trifolios por tallo. En la semana 5 (día 35) el T2 presento una diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos teniendo en promedio 22.6 trifolios por tallo superando al tratamiento uno por 4.3 trifolios por tallo y al tratamiento 3 por 3.6 trifolios por tallo.

**Cuadro 4.** Números de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.

Días*	T1	T2	T3	DSM
7	6.25b	10a	7.5b	2.5927
14	8.6a	13.3a	11a	7.6924
21	11.6b	16.6a	15a	2.9148
28	15a	20.8a	17a	6.7401
35	17.3b	22.6a	19b	4.9888

\*los trifolios se contaron cada 7 días después del corte, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).



**Figura 8.** Número de trifolios de alfalfa fertilizada con abonos orgánicos durante el segundo corte después de la fertilización.

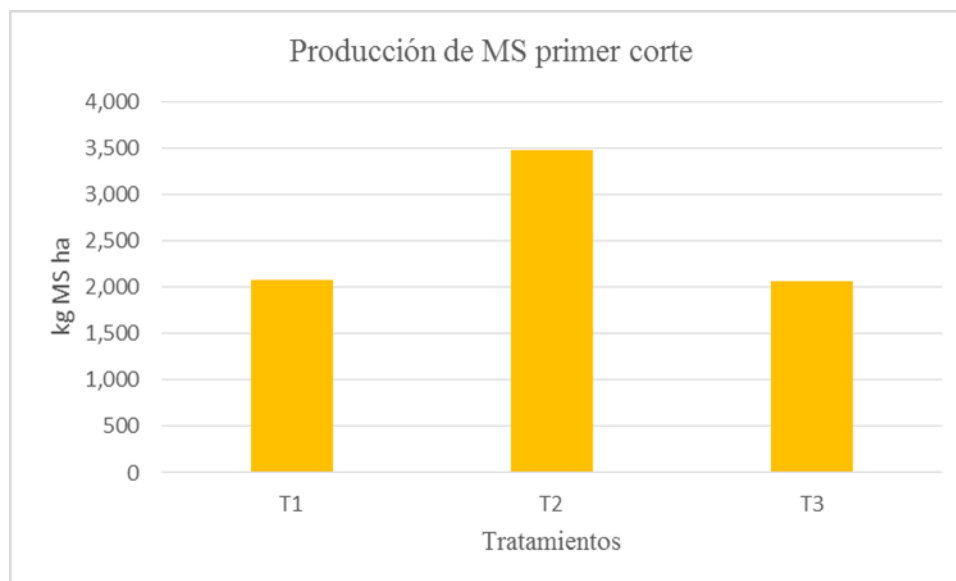
#### 4.5 Producción de forraje del primer corte

En la Cuadro 5. Se muestra la producción de alfalfa en MS por tratamientos durante el primer corte, en el cual se puede observar que el tratamiento 1 tendría una menor producción de alfalfa de materia seca por hectárea mientras que los tratamientos fertilizados con abonos orgánicos mostraron una diferencia significativa con respecto al tratamiento 1 (Figura 8). Se observa que el tratamiento 2 tendría una mayor producción por hectárea de materia seca mientras que el tratamiento 1 tendría una producción menor por hectárea. El tratamiento 2 presentaría una producción por hectárea de materia seca de 3,480 kg menor a la que se presentó en el estado de México en la cual se tuvo una producción de 3,819 por corte promedio de cinco cortes (Sargos *et al.*, 2012).

**Cuadro 5.** Producción de MS de alfalfa del primer corte

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>DSM</b>
<b>CORTE 1</b>	2,086.0b	3,480.0a	2,866.7a	1267.5

La producción se muestra en kg por ha<sup>-1</sup>, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa (P≤0.01).



**Figura 10.** Producción de MS de la alfalfa fertilizada con abonos orgánicos, durante el primer corte.

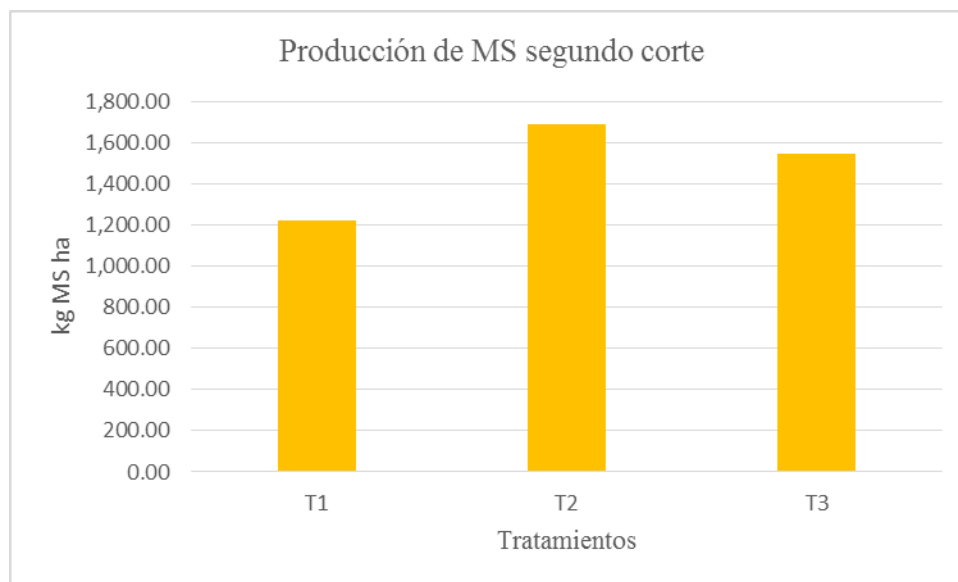
### 6.6 Producción de forraje del segundo corte

En Cuadro 6. Se puede observar la producción de MS de alfalfa que se tendría por hectárea durante el segundo corte en el cual los tratamientos 2 y 3 presentaron diferencias significativas con respecto al tratamiento 1. (Figura 9) se puede observar que el tratamiento 2 tendría una mayor producción mientras que el tratamiento 1 presentaría una menor producción.

**Cuadro 6.** Producción de MS de la alfalfa del segundo corte.

	T1	T2	T3	DSM
<b>CORTE 2</b>	1,221.7b	1,688.3 <sup>a</sup>	1,548.3a	350.05

La producción se muestra en kg por ha<sup>-1</sup>, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa (P≤0.01).



**Figura 11.** Producción de MS del forraje alfalfa fertilizada con abonos orgánicos, durante el segundo corte.

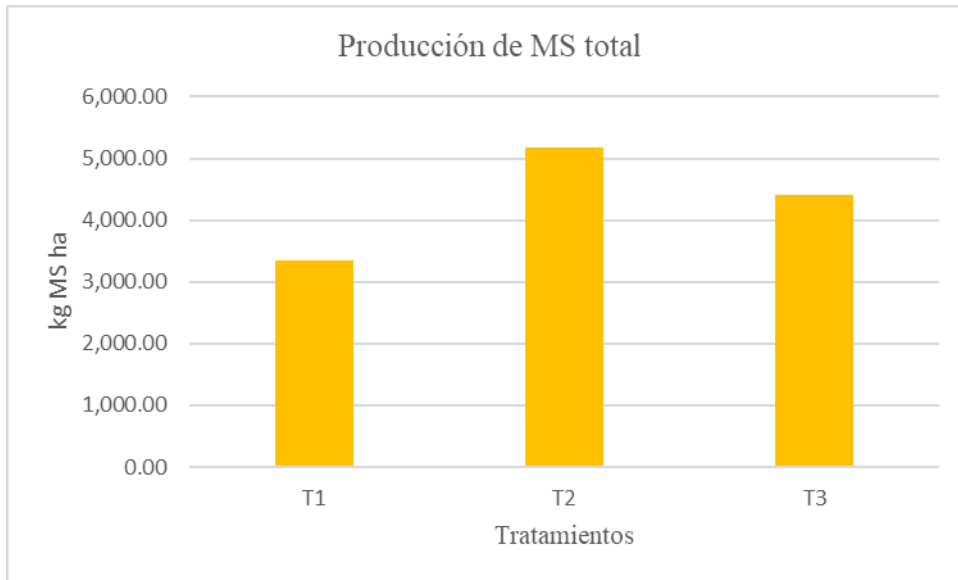
#### 4.7 Producción de MS total

En el Cuadro 7. Se observa el total de la producción de forraje de los dos cortes que se tendrían por hectárea, el tratamiento 2 y 3 mostró una diferencia significativa con respecto al tratamiento 1, en la Figura 10. Se observa que el tratamiento 2 tendría una mayor de MS mientras que el tratamiento 1 presentaría una menor producción de MS total.

**Cuadro 7.** Producción de MS de la alfalfa total.

	T1	T2	T3	DSM
<b>Total</b>	3,307.7b	5,168.3 <sup>a</sup>	4,415.0a	1478.7

La producción se muestra en kg por ha<sup>-1</sup>, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa (P≤0.01).



**Figura 12.** Producción total en MS de la alfalfa fertilizada con abonos orgánicos.

#### **4.8 Costos económicos del uso de fertilizantes orgánicos en la producción de alfalfa**

Los precios que se manejaron fueron obtenidos en el mercado local, consultando a proveedores locales tanto de forraje de alfalfa como de los fertilizantes orgánicos. El precio por kg de alfalfa cuando se realizó el experimento se encontraba en la zona de San José Tuzupán en un promedio de \$4.25 el kg de forraje henificado de alfalfa. Por lo tanto se deduce que la tonelada de heno de alfalfa tenía un costo de \$4250. Por su parte, la tonelada de lombricomposta al momento de la realización del experimento, tenía un costo económico en el mercado de \$4,500 en promedio, mientras que la composta tenía un precio promedio de \$4,000 por tonelada. El costo económico debido al fertilizante por hectárea de acuerdo a los dos diferentes fertilizantes fue de:

Lombricomposta \$6,750

Composta \$6,000

Solo se calculó el costo económico por el uso del fertilizante, ya que los demás costos son iguales entre los tres tratamientos.

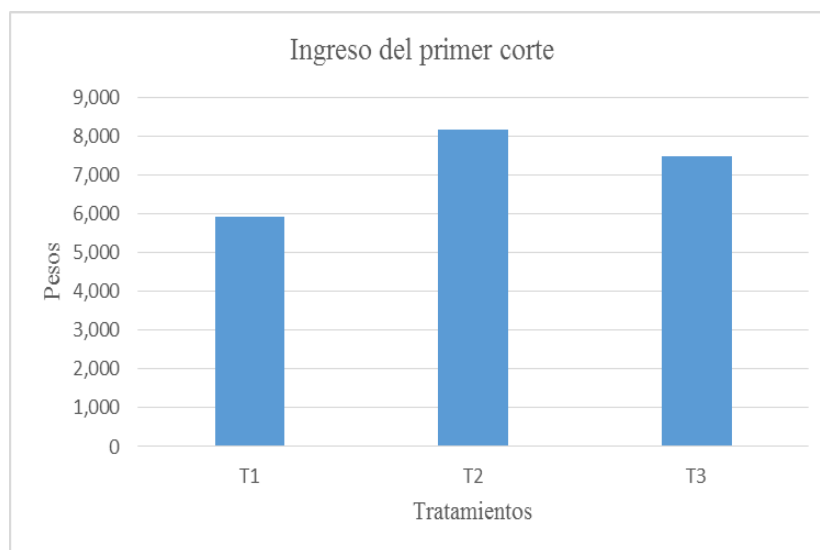
#### 4.8.1 Ingresos del primer corte

En el Cuadro 8. Se observa los ingresos que se obtendrían por hectárea por la venta de heno de alfalfa de cada tratamiento del primer corte, se observa que el tratamiento 2 y 3 tienen diferencias significativas con respecto al tratamiento 1, en la Figura 11. Se observa que el tratamiento 1 presenta un menor ingreso mientras que el tratamiento 2 presento un ingreso mayor.

**Cuadro 8.** Ingresos del primer corte.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>DSM</b>
<b>Ingreso</b>	\$5,919b	\$8,180a	\$7,501a	1696

Los obtenidos se encuentran en pesos, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).



**Figura 13.** Ingresos del primer corte

#### 4.8.2 Ingresos del segundo corte

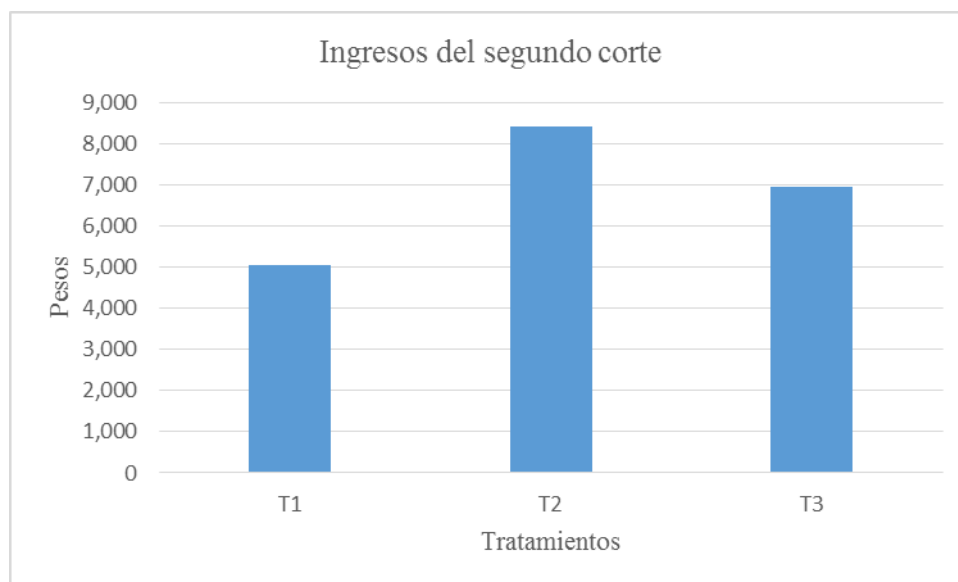
En el Cuadro 9. Se observa los ingresos que se obtendrían por hectárea por la venta de heno de alfalfa de cada tratamiento del segundo corte, se observa que el

tratamiento 2 y 3 tienen diferencias significativas con respecto al tratamiento 1, en la Figura 12. Se observa que el tratamiento 1 presentaría un menor ingreso mientras que el tratamiento 2 tendría un ingreso mayor.

**Cuadro 9.** Ingresos del segundo corte.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>DSM</b>
<b>Ingreso</b>	\$5,053b	\$8,430a	\$6,945a	3070.5

Los obtenidos se encuentran en pesos, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señalan diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).



**Figura 14.** Ingresos del segundo corte.

#### 4.8.3 Ingresos totales

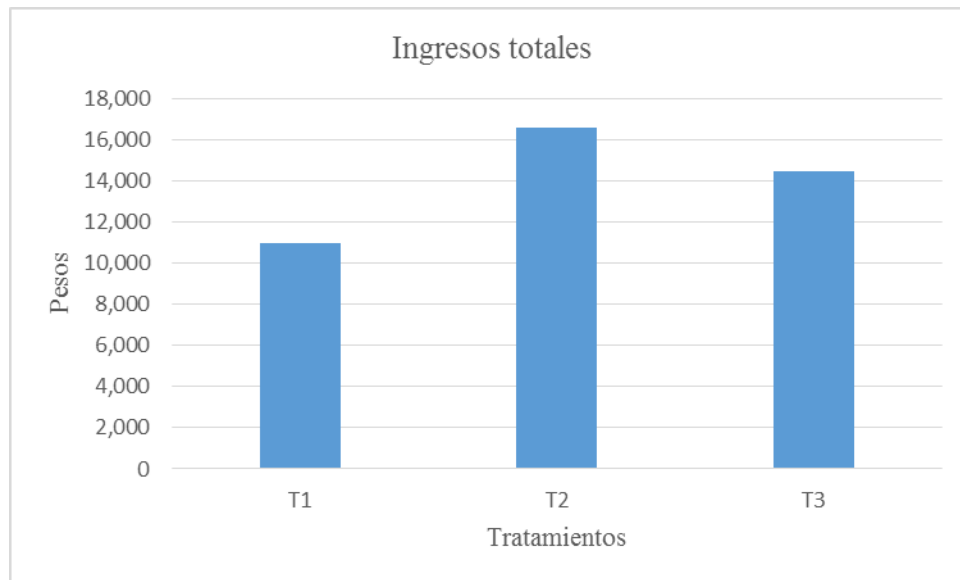
En el Cuadro 10. Se observa los ingresos que se obtendrían por hectárea por la venta de heno de alfalfa de cada tratamiento del total del experimento, se observa que el tratamiento 2 y 3 tienen diferencias significativas con respecto al tratamiento

1, en la Figura 13. Se observa que el tratamiento 1 presentaría un menor ingreso mientras que el tratamiento 2 presentaría un ingreso mayor.

**Cuadro 10.** Ingresos totales.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>DSM</b>
<b>Ingreso</b>	\$10,972b	\$16,610a	\$14,446a	4406.2

Los obtenidos se encuentran en pesos, DMS: Diferencia mínima significativa, a, b, c, literales diferentes en la misma línea señala diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).



**Figura 15.** Ingresos totales

Tomando como referencia el costo de producción del testigo, el ingreso extra se calculó tomando el ingreso total, descontando el ingreso total del testigo. Así tenemos una utilidad de

T2:\$9,860

T3:\$8,446

Tan solo en los dos cortes que duro el experimento.

## **CAPITULO V**

### **Conclusiones y recomendaciones**

Bajo las condiciones en que se realizó este experimento, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1., El uso de abonos orgánicos aumento la producción de MS, altura y numero de trifolios en alfalfa que cuando no se fertiliza.
- 2., La alfalfa fertilizada con lombricomposta presento la mayor altura promedio en dos cortes sucesivos.
- 3., La alfalfa fertilizada con lombricomposta presento el mayor número de trifolios en dos cortes sucesivos.
- 4., La alfalfa fertilizada con composta presento mayor altura promedio que el testigo, aunque menor que la lombricomposta durante los dos cortes evaluados.
- 5., La alfalfa fertilizada con composta mostro mayor número de trifolios que el testigo, aunque menor que la lombricomposta en los dos cortes evaluados.
- 6., La alfalfa fertilizada con lombricomposta presentó una mayor producción de MS por hectárea en dos cortes sucesivos.
- 7., La alfalfa fertilizada con composta presento una mayor producción de MS por hectárea mayor al testigo, pero menor a la lombricomposta en los dos cortes evaluados.
- 8., La alfalfa fertilizada con lombricomposta y composta presentaron mayores ingresos de la venta del heno de alfalfa que los ingresos del testigo.
- 9., la alfalfa fertilizada con lombricomposta presentó una ganancias extras mayor a la composta.

### **5.1 Recomendaciones:**

Se recomienda para que sea más económico la fertilización con abonos orgánicos se deben de implementar la elaboración de abonos orgánicos caseros.

### 5.3 LITERATURA CITADA

- Alcántara, Gonzalez G., Trejo Téllez L. (2012), Nutrición de cultivos. Colegio de posgraduados. Texcoco. México.
- Flores Aguilar J. J., Vázquez Rosales R., Solano Vergara J. J., Aguirre Flores V., Flores Pérez F. I., Bahena Galindo M. E., Oliver Guadarrama R., Granjeno Colín A. E., Orihuela Trujillo A., (2012). Efecto de fertilizante orgánico, inorgánico y su combinación en la producción de alfalfa y propiedades químicas del suelo. Terra Latinoamericana. Morelos. México.
- Flórez, D. F. (2015). La alfalfa (*Medicago sativa*): origen, manejo y producción. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Pamplona. Pamplona. España. *Conexagro*, 5(1), 27-43.
- Guanche, G. A. (2015). Las lombrices y la agricultura. Agrocabildo cabildo Tenerife. Tenerife. Comunidad autónoma española de Canarias.
- Guaytarilla N., Izquierdo Caden F. (2015). Respuesta de la fertilización con boro en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) Santa Rosa de Cusubamba- Cayambe. La granja. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.
- Heath, M., Metcalfe D., Barnes R. (1975). Forrages agriculture, The lowan State University. lowan. USA.
- Heredia Cisneros A. L. (2011). Evaluación de comportamiento forrajeros del (*Medicago sativa*) bajo la aplicación de diferentes niveles de micorrizas y abono orgánico de bovinos. Riobamba Facultad de Ciencias Pecuarias. Chimborazo. Ecuador
- León Castro A. F. (2013). Manual de lombricultura en casa. Azoteas Verdes de Guadalajara. Guadalajara. México.
- Mendoza Pedroza S. I., Hernández Garay A., Pérez Pérez J., Quero Carrillo A. R., Escalante Estrada J. A. S., Zaragoza Ramírez J. L., Ramírez Reynoso O. (2010) Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte, *Revista mexicana de ciencias agropecuarias*, Estado de México, México.
- Mosquera B. (2010). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Fondo para la Protección del Agua. USAIDE. USA.

- Olivares Campos M. A., Hernández Rodríguez A., Vences Contreras C., Jáquez Balderrama J. C., D Ojeda Barrios (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y ciencia. Villahermosa. México.
- Ormeño M. A., Ovalle A. (2007) Preparación y aplicación abonos orgánicos. Ciencia y producción vegetal INIA. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida. Yucatán. México.
- Paredes Melecio R., Pons Hernández J. L., Gámez Vázquez F. P. (2007). Preparación de abonos orgánicos a partir de estiércol. Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuaria. Guanajuato. México.
- Picó Acosta G. C. (2002). Composta. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez. Puerto Rico.
- Rojas García A. R., Hernández Garay A., Joaquín Cansino S., Maldonado Peralta M A., Mendoza Pedroza S. I., Álvarez Vázquez P., Joaquín Torres B. M. (2016). Comportamiento productivo de cinco variedades de alfalfa. Revista mexicana de ciencias agrícolas. Estado de México. México
- Román P., Martínez M. M., Pantoja A. (2013) Manual de compostaje del agricultor Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Chile.
- Ruiz Morales M. (2011). Taller de elaboración de lombricomposta. Universidad Iberoamericana. Ciudad de México. México.
- Saragos Pérez A., Vásquez Pablo J. A., Alarcón Zúñiga A., Galicia Juárez M., Venegas Ordoñez M. R., Arellano Duran N. (2012). Componentes de rendimiento y calidad nutritiva de ocho variedades de alfalfa en valles centrales de México. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. México.
- Soriano Ortega S. (2003). Importancia del Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa L.*) en el Estado de Baja California Sur. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. México.

Vega Oliva C. (2017). Problemas ambientales y de salud derivados del uso de fertilizantes nitrogenados. Facultad de farmacia universidad complutense. Madrid. España.

### **Citas web**

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Alfalfa verde, producción y comercio exterior, consultado en Agosto 2020, Obtenido por SIAP: <https://www.gob.mx/siap/es/articulos/alfalfa-verde-produccion-y-comercio-exterior?idiom=es>

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, consultado en Agosto 2020, Obtenido por SIAP: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

México. Pueblos de América. (2019). San José Tuzuapan, consultado en Agosto 2019 en <https://mexico.pueblosamerica.com/i/san-jose-tuzuapan/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, consultado en Agosto 2019 en [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/21/21115.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21115.pdf)

Sitio Argentino de Producción Animal. (2019). Descripción botánica y grados de latencia, consultado en Agosto 2019 en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_alfalfa/21-descripcion\\_botanica\\_y\\_latencia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/21-descripcion_botanica_y_latencia.pdf)

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2019). Información taxonómica medicago sativa, consultado en septiembre 2019 en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21893\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21893_sg7.pdf)

### 5.3 ANEXO



**Anexo 1.** Conteo de trifolios.



**Anexo 2.** Medición de altura de tallos.



**Anexo 3.** Homogenización del cultivo.