

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**UNIDAD LAGUNA**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS.**



Evaluación de las características de forraje verde y materia seca en un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la variedad excelencia; buscando una correlación con el contenido de proteína

**Por:**

**Luis Enrique Vázquez Roblero**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Torreón, Coahuila, México  
Agosto2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS**

Evaluación de las características de forraje verde y materia seca en un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la variedad excelencia; buscando una correlación con el contenido de proteína

Por:

**Luis Enrique Vázquez Roblero**

TESIS

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


**INGENIERO AGRÓNOMO**

Aprobada por:

  
MCA. Rafael Ávila Cisneros  
Presidente

  
Dr. Juan Leonardo Rocha Quiñones  
Vocal

  
Dr. Héctor Javier Martínez Agüero  
Vocal

  
Dr. Anselmo González Torres  
Vocal suplente

  
M. E. Javier López Hernández  
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón Coahuila, México  
Agosto 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS**

Evaluación de las características de forraje verde y materia seca en un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la variedad excelencia; buscando una correlación con el contenido de proteína

Por:

**Luis Enrique Vázquez Roblero**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**INGENIERO AGRÓNOMO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
MCA. Rafael Ávila Cisneros  
Asesor Principal

  
Dr. Juan Leonardo Rocha Quiñones  
Coasesor

  
Dr. Héctor Javier Martínez Agüero  
Coasesor

  
Dr. Anselmo González Torres  
Coasesor

  
M. E. Javier López Hernández  
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón Coahuila, México  
Agosto 2024

## **AGRADECIMIENTOS.**

A **Dios**: por haber permitido la culminación de mi carrera, por brindarme sabiduría, entendimiento y comprensión durante mi estancia universitaria por que fue mi refugio en los momentos malos y buenos.

A la **UAAAN U. L.**: por brindarme una buena educación, por permitir que los profesores que la integran nos brindan parte de su conocimiento, por tratarnos de una manera adecuada, por la formación que me brindaron día con día para superarme como persona y sobre todo por formarme profesionalmente.

A mi **asesor** M. C. Rafael Ávila Cisneros: por ser un gran profesor, por brindarme de sus conocimientos, por haberme apoyado en el proyecto de servicio social, por brindarme su amistad y comprensión en los momentos que los necesite, es un excelente ser humano, pero sobre todo por otorgarme apoyado en esta última etapa universitaria; que es la elaboración del proyecto de tesis.

A mis **amigos** Rosa Edith Miguel Almaraz, Oswaldo Ramírez López y Cristian Gilberto Cortez Chupín: por su apoyo de motivación durante el transcurso de mi carrera, por la confianza que m brindaron y sobe todo su amistad y su compañía en los buenos y malos momentos. También por compartirme de sus conocimientos y por haber realizado proyectos juntos.

## **DEDICATORIAS.**

### **A mis padres:**

Luis Reynaldo Vázquez Ramírez.

Petronila Roblero Roblero.

Por brindarme la oportunidad de estudiar, por haber confiado en mí en todo momento, por brindarme apoyo económico; pero sobre todo por estar siempre pendiente de mí, son el motivo por lo cual lucho día con día para salir adelante espero no defraudarlos. Gracias por sus consejos, por sus palabras sabias y por siempre animarme a continuar con mi carrera en los momentos de debilidad, es un orgullo para mi tener padres como ellos, los amo.

### **A mi hermanito:**

Leví Vázquez Roblero.

Por permanecer pendiente de mí, por facilitar tu apoyo económico, por darme palabras de ánimo. Por ser cómplice de lo bueno y lo malo, por todo lo que nos relaciona y por otorgarme tu amistad; este logro no es solo mío, sino que también es tuyo y de toda la familia, porque sé que gracias a ustedes estoy donde estoy, te amo hermanito.

## ÍNDICE

I.- RESUMEN.	vi
II.- INTRODUCCIÓN.	1
III.- REVISIÓN DE LITERATURA.	2
3.1.- Importancia de la alfalfa.	2
3.2.- Fenología de la alfalfa.	3
3.3.- Fertilización.	3
3.4.- Valor nutritivo.	4
3.5.- Variedades.	6
3.6.- Origen.	6
3.7.- Producción de alfalfa en la Comarca Lagunera.	7
3.8.- Malas hierbas en el cultivo de alfalfa.	9
3.9.- Afectación.	10
3.10.- Características agronómicas.	10
IV.- OBJETIVOS.	10
V.- HIPÓTESIS.	10
VI.- MATERIALES Y MÉTODOS.	11
6.1.- Condiciones experimentales.	11
6.2.- Material Genético.	11
6.3.- Preparación del Suelo.	12
6.4.- Siembra.	12
6.5.- Riego.	12
6.6.- Deshierbe.	12
6.7.- Fertilización.	13
VII.- RESULTADOS.	13
VIII.- CONCLUSIONES.	27
IX.- BIBLIOGRAFÍA.	28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosis de fertilización para cada uno de los tratamientos. _____	13
Tabla 2. Medición de altura en cm al 10% de floración rumbo al primer corte. ____	13
Tabla 3. Producción de forraje verde en Kg/ m <sup>2</sup> primer corte. _____	14
Tabla 4. Porcentaje % de Materia Seca (MS) en el primer corte. _____	15
Tabla 5. Altura en cm de las plantas de alfalfa antes del segundo corte. _____	16
Tabla 6. Producción de forraje verde Kg/ m <sup>2</sup> durante el segundo corte. _____	17
Tabla 7. Porcentaje % de MS en el segundo corte. _____	19
Tabla 8. Altura de la planta de alfalfa en cm antes del tercer corte. _____	20
Tabla 9. Producción de forraje verde Kg/ m <sup>2</sup> durante el tercer corte. _____	21
Tabla 10. Contenido de análisis de N del tercer corte. _____	22
Tabla 11. Contenido del análisis de Calcio del tercer corte. _____	24
Tabla 12. Contenido del análisis de fósforo del tercer corte. _____	25
Tabla 13. Contenido en del análisis de fierro en ppm del tercer corte. _____	26

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1. Comparación de medias de altura del primer corte.</i>	14
<i>Gráfica 2. Comparación de medias del peso de forraje verde del primer corte.</i>	15
<i>Gráfica 3. Comparación de medias de porcentaje de Materia Seca del primer corte.</i>	16
<i>Gráfica 4. Comparación de medias de altura del segundo corte.</i>	17
<i>Gráfica 5. Comparación de medias del peso de forraje verde del segundo corte.</i>	18
<i>Gráfica 6. Comparación de medias de porcentaje de Materia Seca del segundo corte.</i>	19
<i>Gráfica 7. Comparación de medias de altura del tercer corte.</i>	21
<i>Gráfica 8. Comparación de medias del peso de forraje verde del tercer corte.</i>	22
<i>Gráfica 9. Comparación de medias del N en %.</i>	23
<i>Gráfica 10. Comparación de medias del Ca en %.</i>	24
<i>Gráfica 11. Comparación de medias del P en %.</i>	25
<i>Gráfica 12. comparación de medias de la variable Fe en PPM.</i>	26



## I.- RESUMEN.

Este trabajo se realizó a finales de octubre del 2022 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en el campo experimental San Antonio de los Bravos localizada en Torreón Coahuila. Se tuvo como objetivo interpretar estadísticamente las mejores características fenológicas de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la variedad excelencia que nos permitieran conocer la relación de forraje verde y el contenido proteico, para ello se aplicó riego rodado, fertilizantes químicos: (MAP) y (Fosfonitrato), y orgánicos: (Peat Moss) y un (testigo). El análisis estadístico aplicado fue el diseño de experimentos bloques al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Para procesar los datos del ANOVA se realizó mediante el software de Olivares de la FAUANL v. 2012 para un alfa ( $\alpha$ ) del 5%. La hipótesis presentada fue: a mayor profundidad del color verde de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) mayor contenido proteico esperado. Al realizar los análisis estadísticos y análisis de laboratorio se puede observar que durante el primer corte de alfalfa no existió diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede resaltar que fue el tratamiento 4 (testigo) que tuvo un mejor comportamiento, sin embargo, para el segundo corte en el porcentaje de materia seca existe diferencia estadística siendo el fertilizante orgánico (Peat Moss) quien mostro un alto porcentaje seguido del fertilizante inorgánico (MAP); en el tercer corte al realizar los análisis de minerales en el laboratorio se presentó diferencia estadística siendo el tratamiento 1 (MAP) con mayor contenido de fósforo seguido por el tratamiento 3 (Peat Moss) siendo este mineral de mucha importancia para el cultivo de alfalfa.

**Palabras clave:** Alfalfa, Fertilización, Análisis, Proteína

## II.- INTRODUCCIÓN.

En la actualidad se necesita producir más alimentos debido al incremento de la población mundial, es por ello que también se necesita producir un alto porcentaje de cultivos forrajeros, sin embargo, para llevar a cabo este proceso es más complicado debido a que se cuenta con menores suelos agrícolas, la disminución del agua, las prácticas agrícolas intensivas y sobre todo el cambio climático que se va generando día con día. La producción de alfalfa puede verse afectada por estos factores adversos, pero esto no significa que se dejara de cultivar, más bien se buscaran nuevas alternativas para mejorar el desarrollo, productividad y adaptabilidad de estos cultivos forrajeros (Díaz, A. 2020). Para la Comarca Lagunera que es una cuenca lechera de importancia nacional e internacional se sigue investigando los forrajes, y en particular la alfalfa; pues su contenido en materia seca es importante para continuar con altos estándares de producción de leche.

La alfalfa es una leguminosa más utilizada como forraje a nivel mundial. Esta especie es adaptable a distintos parámetros de clima, encontrándose cultivos de este forraje en distintas alturas entre 700 y 4000 msnm. Produce gran cantidad de biomasa lo cual permite almacenar forraje para alimentación del ganado en épocas donde es más complicado producir forraje (Flores, D.F. 2015). En una coincidencia con el autor; la producción de biomasa en verde al realizar la cuantificación de toneladas por hectárea se lograron rendimientos de 76.5 t/ha en esta investigación.

Es importante recalcar que para realizar un buen programa de fertilización depende del análisis del suelo, agua y planta. Estos análisis determinan los nutrientes que se tienen disponibles y cuales se deberían agregar. Esto podría ayudar a los productores que cultivan alfalfa (*Medicago sativa*) L. al momento de reducir costos de fertilización y aumentar el valor nutritivo de este cultivo forrajero (González *et al*, 2017). En particular para el experimento presentado no se realizó esta actividad pues el cultivo previo fue frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) lo que nos daba una certidumbre de contenidos mínimos de los macro minerales.

### III.- REVISIÓN DE LITERATURA.

#### 3.1.- Importancia de la alfalfa.

La alfalfa es un alimento dirigido hacia la nutrición del ganado, pero estudios han comprobado que consta con compuestos bioactivos, fitoquímicos y proteínas con impacto estrogénico, antimicrobiano y antioxidante, así también como defensa a ciertas enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes, siendo así estimado como un alimento funcional. Estos alimentos poseen su origen en la importancia del incremento poblacional por la conexión entre alimentación y salud, precaución a enfermedades y la evolución tecnológica (Cortés *et al*, 2016).

El estudio de crecimiento de las especies forrajeras es de mucha importancia económica permitiendo realizar actividades de manejo para obtener una ganadería e eficiente. Este forraje es una de las especies con más beneficios para las dietas del ganado es por ello que es de mucha relevancia en qué momento realizar los cortes de este cultivo para obtener un buen valor nutricional (Fonseca *et al*, 2020).

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una especie forrajera que es de gran utilización para realizar cultivos intercalados, esto se debe a que es una leguminosa que tiene la capacidad de fijar de nitrógeno y puede ser de gran beneficio principalmente para el sorgo y maíz (Astrid, R. 2007).

Las condiciones de clima en zonas montañosas o de los andes son muy diferentes debido a que tiene diferentes estaciones de lluvia y de sequía y a que la temperatura no es la misma durante el día y la noche. Estas estaciones afectan el proceso de producción de *Medicago sativa*, también hace referencia en los genotipos que tienen diferentes capacidades de adaptación a dichas temperaturas. El ambiente donde se cultiva este forraje es relevante al desarrollo productivo de esta misma especie (Cubas *et al*, 2022).

### **3.2.- Fenología de la alfalfa.**

La fenología de la alfalfa analiza y traza los distintos eventos fenológicos que se generan en las especies vegetales pertenecientes a ecosistemas naturales o agrícolas en su relación con el medio ambiente. Entonces se puede decir que la fenología de este cultivo va desde la emergencia de la planta hasta el momento de cosechar y nuevamente seguir con el rebrote, cuando se tiene un mayor estado de madurez esta tiende a disminuir su valor nutritivo (Oñate, W. V. 2019).

### **3.3.- Fertilización.**

El nitrógeno (N) es el componente más considerable para el crecimiento de los cultivos, es pieza importante de las proteínas, clorofila y vitaminas, estimándose como el constituyente necesario. Apoya a crear las hojas del cultivo y a mantener su color verde, asimismo beneficia la división celular lo que da importancia aplicar los niveles adecuados (Solís, V. A. 2019).

La alfalfa adquiere el N por las bacterias de sus nódulos de la raíz y también son buenas fijadoras de N al suelo, pero para que esto suceda también es necesario fertilizar con este elemento en proporciones pequeñas (Sulca, A. 2015).

Potasio (K) es un nutriente esencial de la alfalfa es la que permite que sea resistente al frío, sequía, y acumulación de reservas (Sulca, A. 2015).

La disponibilidad del fósforo (P) para el cultivo de alfalfa es uno de los nutrientes determinantes de la producción de este cultivo forrajero favoreciendo su crecimiento, la calidad y la capacidad de fijación de nitrógeno, y es un elemento importante para el ciclo del ATP; Trifosfato de Adenosina que juega un papel muy importante en el desarrollo de los seres vivos (Berarlo *et al*, 2007).

La fotosíntesis sucede en dos fases: luminosa y oscura. En la primera transforma la energía de la luz solar en energía química debido a los cloroplastos que se localizan en la clorofila; esta energía es derivada de la ruptura de dos moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) de forma que libera oxígeno O<sub>2</sub> a la atmósfera y aprovecha los protones de hidrógeno (4H<sup>+</sup>) que serán los que dentro de las células formen otra molécula llamada ATP que se forma a partir de adenosín difosfato (ADP) y el fosfato

inorgánico (Pi). Almacena energía debido a que cada molécula de clorofila atrae un fotón de la luz y al hacerlo baja un electrón (Escobar, D. M. 2021).

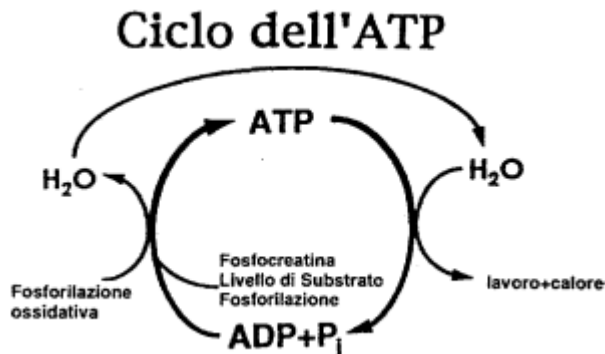


Imagen 1: ciclo del ATP. (Luciani, A. M. y Rosi, A. 1995)

El trabajo del fósforo no puede ser realizadas por ningún otro nutriente y se necesita un apropiado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca de forma óptima. Este nutriente es escaso en la producción agrícola y el cultivo necesita una dosis parcialmente alta. La alfalfa cuando el rendimiento es 18t/ha absorbe 134kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> del suelo (Munera, G. A. y Meza, D.C. 2016).

El hierro está implicado en el desarrollo de la fotosíntesis y respiración, de una manera singular el Fe trabaja como un catalizador en la síntesis de clorofila, en incremento de las hojas y la división celular, si se tiene escasas de este nutriente se obtiene variación de la estructura y de las funciones del cloroplasto. Esta deficiencia se refleja en amarillamiento de las hojas (Gil et al, 2022).

### 3.4.- Valor nutritivo.

La producción y calidad de obtención de forraje depende de su adecuación a condiciones climáticas de cada región, del manejo y fertilización. La alfalfa es un sustento con disponibilidad de PC, NDT y ED, así como por la adquisición de MS. Es apreciada como una clase forrajera de buena índole; lo que podría permitir la obtención de 18 kg de leche con un gasto de 15 kg de materia seca (Contreras *et al*, 2019).

- NDT= Estimación de los nutrientes totales.

- ED= Energía digestible.
- PC= Proteína cruda (Lemus *et al*, 2020).

Energía digestible. Es la energía de un alimento que puede considerarse como el combustible que el animal utiliza para lograr los productos derivados del forraje suministrado; por lo tanto, esa energía disponible varía de acuerdo al alimento proporcionado y a la composición química del mismo.

Proteína cruda. También se le conoce como proteína bruta, se refiere al porcentaje de proteína que contiene el alimento. Este valor se obtiene después de haberlo sometido al análisis químico, la proteína es un nutriente esencial en el organismo y adquiere especial importancia para los animales que se encuentran en crecimiento producción.

Estimación de los nutrientes totales. Es un concepto que nos permite definir el valor nutritivo de un forraje; pues de ello depende la eficiencia con lo que el animal puede aprovecharlo.

PC, NDT Y ED tienen importancia para la producción de leche en bovinos debido a las variaciones de la época del año. Cuando la precipitación pluvial es nula (temporada seca) se tiene menor calidad de forraje y en temporada de lluvia esta pastura presenta mejor disponibilidad y calidad; en esta fase los bovinos de creación lechera aumentan su producción recompensando parcial o totalmente las pérdidas de la época anterior (Contreras *et al*, 2019).

La producción de este forraje perjudica la capacidad de almacenar agua y la fertilidad del suelo principalmente el fósforo. Se plantea que la temperatura y la humedad del suelo son factores que ayudan a las actividades microbianas edáficas por lo tanto también el rendimiento de *Medicago sativa* esto cuando haya escasos nutrientes o materia orgánica en el suelo (Cubas *et al*, 2022).

La productividad, desarrollo y resistencia del cultivo de alfalfa depende de factores como es la defoliación y edad del cultivo, estos pueden limitar su valor nutritivo y puede afectar en la producción de leche en los rumiantes principalmente. Entre más avanzada esté la edad del forraje provoca una alteración en la digestibilidad,

contenido de lignina, fibra y proteína. Para tener un buen potencial de rendimiento necesita de sus estructuras morfológicas remanentes después del corte (hoja y tallo) y de la porción de carbohidratos de almacenamiento en la raíz para producir nuevos tallos y hojas (Gaytán *et al*, 2018).

### **3.5.- Variedades.**

Las variedades se adquieren a partir de la extracción humana y sus desigualdades pertenecen a su condición económica. Los precios se acatan de la resistencia a plagas y enfermedades que esta posee. Al escoger un material genético apropiado no se genera pérdidas de producción. Debe escogerse una semilla de alta resistencia adaptable al tipo de suelo y región donde esta será plantada para tener un buen rendimiento.

Para llevar a cabo la siembra de *Medicago sativa* L. se debe de tener mucho cuidado. La preparación del suelo debe ser adecuada, esto permite depositar la semilla de una forma uniforme, esto se puede realizar a mano al estilo al voleo y se realiza cuando el suelo este húmedo y sobre todo que tenga una buena nivelación, se siembra a 2 cm de profundidad y 20 cm de calle. (Cancio, H. 2016).

### **3.6.- Origen.**

La alfalfa fue introducida en México durante la conquista española. Actualmente este forraje se cultiva desde el norte hasta el sureste de México. Los estados con mayor producción son los siguientes: Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Baja California Norte, Sonora, Durango, Coahuila y Puebla; todos juntos acumulan el 70% de la producción nacional de este forraje, obteniéndose una superficie sembrada de 386, 325 ha y su rendimiento es de 75.ton/ha en forraje verde (Lara C.R. y Jurado, P. 2014).

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una planta resistente a la sequía. Para la aplicación de agua en cantidades necesarias depende de distintas condiciones como son: temperatura, humedad ambiental, viento y también las condiciones del suelo. Es muy probable mencionar que para la obtención de un kg de MS de *Medicago sativa* se ocupan 700 a 800 litros de agua (Clavijo, E. y cadena, P.C. 2011).

### **3.7.- Producción de alfalfa en la Comarca Lagunera.**

El principal forraje de la Comarca Lagunera es la alfalfa debido a que es de gran importancia para los establos lecheros, tiene una superficie del 57% (36,000 ha) es la cuenca lechera de más relevancia en México. Los municipios que pertenecen a Coahuila y Durango suman una población aproximadamente de 400, 000 bovinos. Con esta industria se genera 10, 000 empleos, acumulando 1 600 000 000 de litros de leche por año. La producción de alfalfa en esta región es muy importante sin embargo se enfrenta a diversos problemas como son el agua y suelo (Vázquez *et al*, 2010).

En la Comarca Lagunera en los últimos años se tiene una deficiencia de agua, es por ello que se andan buscando nuevas alternativas para abastecer el uso del agua en el cultivo de *Medicago sativa*. En la actualidad se está implementando el sistema de riego por goteo “riego subsuperficial” (RGS), es una manera de aplicación de agua a este cultivo en forma subterránea con emisores con gastos uniformes, reduciendo el gasto de agua de hasta un 40 % comparado con otros tipos de riego y también mejorando la productividad y calidad de dicho cultivo (Montemayor *et al*, 2010).

Para poder incrementar una producción de alfalfa es impórtate bajar los costos de producción y modificar las propiedades químicas y biológicas del suelo, una de las alternativas es la aplicación de fertilizantes combinados; fertilizantes minerales y orgánicos (Timana, N. R. 2015).

El fosforo es de mucha importancia para el cultivo de alfalfa, pero a diferencia del N no es posible obtenerse de la atmosfera, solo es posible obtenerlo al momento de la aplicación de fertilizante. La deficiencia de P se manifiesta en este cultivo a través del crecimiento y la altura de las plantas. Se realizó una relación entre P y S con la finalidad de relacionarlos a las proteínas, con la finalidad de mejorar los nutrientes del suelo y al momento de pasar esto la planta lo aprovecharía de la mejor manera (Vivas *et al*, 2015).



El fósforo y el azufre interactúan al instante de crear aminoácidos y vitaminas en la alfalfa, estos colaboran con la síntesis de proteína y mejoran la eficiencia del uso de otros nutrientes. Almacenan y transfieren energía a la planta (José, J. 2017).

Cuando un suelo tiene baja fertilidad y problemas de salinidad, la cantidad y calidad de la alfalfa se verá perjudicada y para una homogeneidad en la producción se debe tener eficiencia en el uso de insumos e impacto ambiental. Se tienen que tomar en cuenta los recursos disponibles, como agua y nutrientes. Se trata de aplicar diferenciales de agua y fertilizantes (Sartor *et al*, 2018).

El cultivo *Medicago sativa* ocupa 15 000 m<sup>3</sup> de agua por cada hectárea de cultivo. El agua juega un papel muy importante, sirve para almacenar la energía en la raíz y en la corona para mantenerse en un buen estado y facilitar su rebrote. Es preferente disminuir el número de cortes para disminuir el número de riego, se requiere una nivelación entre los requerimientos hídricos y los números de corte haciendo énfasis en un rendimiento óptimo (Servín *et al*, 2017).

La alfalfa es un cultivo que tiene relevancia con el medio ambiente; mejorando la estructura del suelo, reduce escorrentía, disminuye la erosión eólica, disminuye las malas arvenses y sobre todo la fijación de nitrógeno N al suelo. Todos estos componentes pueden formar una agricultura más sostenible creando efectos positivos a otros cultivos que llegan a hacer utilizados en rotación de cultivos (Lloveras *et al*, 2020).

Se busca ser eficiente en el cultivo de alfalfa y al mismo tiempo cuidar el medio ambiente es por ello que se andan implementando nuevas tecnologías como son nanotecnología y biofertilización. Es una manera de reducir fertilizantes químicos y con ello el cuidado del suelo ya que los biofertilizantes son rentables y ecológicos. La nanotecnología son nanopartículas (NPs), materiales orgánicos, inorgánicos o híbridos. Se relacionan con las plantas ocasionando diversas modificaciones morfológicas y fisiológicas (Ramos *et al*, 2021).

Se compararon dos cultivos forrajeros; (*Zea mays* L.) y (*Medicago sativa*) esto con la finalidad de ver la eficiencia del uso de riego. Se utilizó en los 2 cultivos el mismo

volumen de agua, en el maíz se obtuvo mayor producción de biomasa, pero no se generaron ganancias a diferencia de la alfalfa. En este cultivo se utiliza una lámina de riego de 1.4 a 1.5 m por cada ciclo y para el maíz se utiliza anualmente 70 cm de lámina de riego (Pedroza et al, 2014).

En el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) para obtener una buena producción de biomasa es recomendable realizar el corte cuando se tiene un 10% de floración, sin embargo, esto no es lo mismo en las distintas partes del estado de México debido a que varían las estaciones del año entonces al momento del rebrote no tendremos la misma calidad y esto depende del mes que nos encontremos (Montes et al, 2015).

La alfalfa es un cultivo que facilita el soporte económico en distintos estados de México principalmente Chihuahua. En Chihuahua se utiliza para consumo y comercialización para otros estados, logrando una cadena de compra y distribución. En esta región se produce 24 Ton/ha de forraje seco al año y se buscaran nuevas alternativas para incrementar la superficie de siembra. Este cultivo también es un buen hábitat para introducción de insectos benéficos para otros cultivos (Alvarado et al, 2017).

La alfalfa es un forraje que se corta a intervalos medios para obtener el máximo rendimiento de forraje al año por unidad de superficie, para que tenga buen contenido de proteína cruda, buena digestión y grado de aceptación para el ganado. Se puede utilizar en fresco, henificado y en ensilado. La persistencia y rendimiento de un cultivo de alfalfa depende del momento del corte ya que influye en el crecimiento, para que se pueda tener una relación en el peso del tallo y la hoja. Un alfalfar puede persistir hasta tres años realizando 9 a 11 cortes por año (Rojas et al, 2019).

### **3.8.- Malas hiervas en el cultivo de alfalfa.**

En el cultivo de alfalfa es de mucha importancia el control de las malas hiervas para obtener la longevidad del cultivo, como para incrementar su productividad y la calidad de la producción. Para esto se debe tener un cultivo con buena gestión, que tenga la capacidad para competir o resistir la presencia de arvenses (Martín et al, 2020).

En el cultivo de *Medicago sativa* se pueden encontrar un elevado número de especies ajenas al cultivo. Esto se da cuando no se tiene un cultivo uniforme, por sobre explotación, mal manejo agronómico o por envejecimiento. Las malezas plurianuales que son comunes en la alfalfa son; Malva (*Malva parviflora* L.) y diente de león (*Taraxacum officinale*). Estas malezas es importante deshierbarlas cuando tiene más del 2% de cobertura de la superficie (Martín *et al*, 2020).

### **3.9.- Afectación.**

La maleza afecta al cultivo de alfalfa al generar competencia por agua, luz, O<sub>2</sub> y nutrientes; provocando una merma en el forraje, incluso ocasionar perdidas de plantas. Cuando se tiene influencia de malas hiervas durante un establecimiento de plántulas de alfalfa detiene su crecimiento y se atrasa las fechas de corte; rebaja la calidad del forraje, son de menor valor nutritivo, falta de palatabilidad y en algunas ocasiones puede ser toxico para el ganado (Bonivardo *et al*. 2015)

### **3.10.- Características agronómicas.**

La alfalfa es una fabácea forrajera que otorga un gran contenido de proteína (17.4 a 20.1%) y de ceniza (1.4 a 12.3%). También ofrece una alta cantidad de forraje por unidad de superficie (33Tms/ha), buena digestibilidad de su materia seca (70%) y excelente palatabilidad (Tigrero, J. 2023).

## **IV.- OBJETIVOS.**

Interpretar estadísticamente las mejores características fenológicas de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) de la variedad excelencia que nos permitan la correlación entre forraje verde y el contenido proteico.

## **V.- HIPÓTESIS.**

H1: No hay diferencia estadística entre los tratamientos de fertilización T1 MAP, T2 Fósfonitrato, T3 Peat Moss y T4 Testigo en diferentes características bromatológicas y de minerales.

Ho: Hay diferencia estadística entre los tratamientos de fertilización T1 MAP, T2 Fósfonitrato, T3 Peat Moss y T4 Testigo en diferentes características bromatológicas y de minerales.

## VI.- MATERIALES Y MÉTODOS.

Este trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en el campo experimental que se encuentra de esta misma institución. Esta universidad se localiza en Torreón Coahuila con las siguientes coordenadas de N 25° 33' 17" y al W 103° 22' 28" con una altura de 1123 MSNM. Como referencia se utilizaron los trabajos realizados por (Ávila et al, 2020).

### 6.1.- Condiciones experimentales.

El experimento fue realizado en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la UAAAN UL utilizando riego rodado y fertilizantes químicos y orgánicos; se utilizó el diseño de experimentos bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, el criterio para definir los tres bloques utilizados fue la pendiente del terreno.

- T1= MAP
- T2 =Fosfonitrato
- T3= Peat Moss
- T4=Testigo.

Para el análisis de materia seca se utilizó la fórmula:  $\% Ms = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso verde}} \times 100$ ; propuesta por (Vázquez, J.J. 2011).

### 6.2.- Material Genético.

Se utilizó la semilla de la variedad excelencia comercializada por la compañía ABT© que cuenta con varias sucursales en el país y cuyas características son: alta relación hoja/tallo permitiendo obtener un forraje de alta calidad, rebrote muy rápido después del corte, hojas de color verde oscuro y se adapta a zonas donde el invierno no es muy frío (como es el caso de la Comarca Lagunera).

### **6.3.- Preparación del Suelo.**

Se llevó a cabo la preparación del suelo el 28 de octubre del 2022, niveladora, rastreadora y bordadora. De igual manera se utilizaron azadones para realizar algunos ajustes, cuerdas y cinta métrica para delimitar las dimensiones del diseño de experimentos bloques al azar.

Esta preparación fue en un lote de 9 m de ancho y 16 m de largo obteniendo una superficie de 144m<sup>2</sup>

### **6.4.- Siembra.**

En la siembra de alfalfa (*Medicago sativa*) se utilizó el método de siembra al boleó, con una profundidad de 2 cm y 20 cm de calle. La densidad de semilla que se aplicó fue de 30kg/Ha. La fecha de siembra se realizó el 12 de noviembre del 2022. Se realizó el riego de presiembra para provocar la condición de humedad óptima que esta por el 40 % de humedad llegando a ese rango se realizó la siembra en suelo húmedo.

### **6.5.- Riego.**

Se utilizó el sistema de riego por inundación. Se realizó el riego de pre-siembra el 8 de noviembre del 2022.

Se realizaron 6 riegos de auxilio antes del primer corte, el primero fue el 22 de noviembre del 2022 y el sexto fue el 02 de marzo del 2023. Los riegos que se aplicaron fueron aproximadamente en un periodo de 22 días cada uno de ellos, después del primer corte solo se realizó otro riego para realizar el siguiente corte.

### **6.6.- Deshierbe.**

Se realizaron 5 deshierbes antes del primer corte el primero fue el 03 de diciembre del 2022 y el quinto fue el 25 de febrero del 2023. Se realizó este método manualmente, azadón y desmalezadora.

Las hierbas que más se encontraron en el cultivo de (*Medicago sativa*) fueron; Malva (*Malva parviflora* L.) y diente de león (*Taraxacum officinale*). Estas malezas son muy perjudiciales para dicho cultivo.

## 6.7.- Fertilización.

Para este método se utilizaron fertilizantes orgánicos e inorgánicos los cuales fueron los siguientes tal como lo muestra la tabla numero 1; en ella se puede observar la dosis aplicada en cada uno de los tratamientos.

Tabla 1. Dosis de fertilización para cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	Fertilizante sintético MAP kg/m <sup>2</sup>	Fósfonitrato kg/m <sup>2</sup>	Peat Moss kg/m <sup>2</sup>	Testigo
1	0.15 kg/12 m <sup>2</sup>	0	0	0
2	0	0.2 kg/12 m <sup>2</sup>	0	0
3	0	0	0.548 kg/12 m <sup>2</sup>	0
4	0	0	0	0

## VII.- RESULTADOS.

Como se puede observar en la tabla 2, se realizó la medición de altura en centímetros cuando se ha contabilizado un 10% de floración rumbo al primer corte, cuya fecha fue el 17 de marzo de 2023. Se toman 4 plantas al azar de cada bloque y se ha obtenido el promedio de altura y después de realizar el ANOVA por medio de bloques al azar se puede comentar que no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede resaltar que fue el tratamiento 4 el cual presentó una altura mayor se superó los 65 centímetros.

Tabla 2. Medición de altura en cm al 10% de floración rumbo al primer corte.

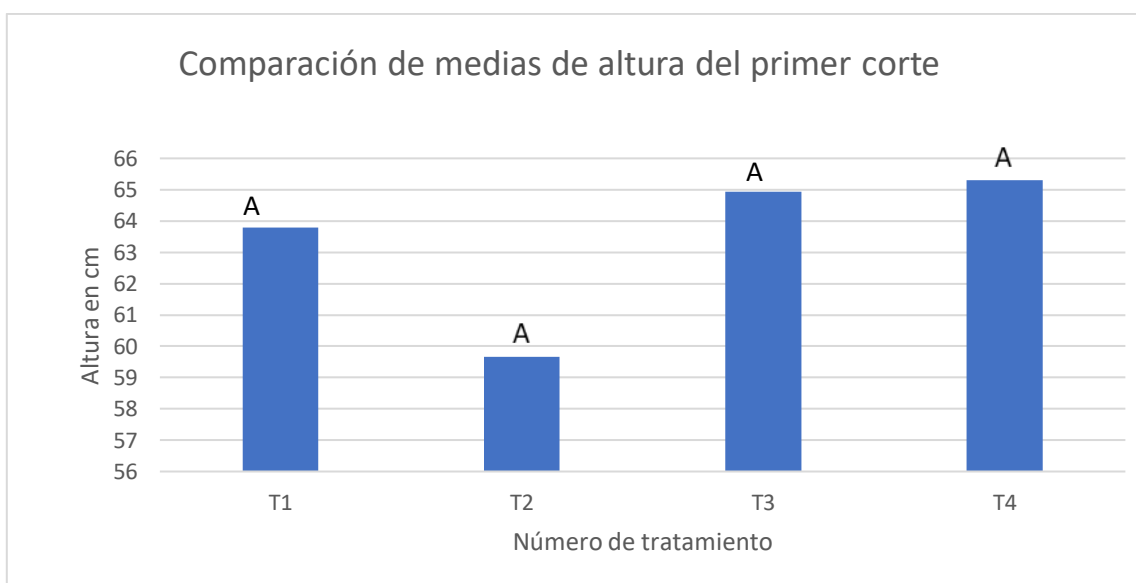
T3= 67	T4=71.2	T1=52.75	T2=58.1
T4=61.3	T1=77.4	T2=53.4	T3=59.5
T1=61.25	T2=67.5	T3=68.3	T4=63.45

Resultados del ANOVA con una alfa del 5%:

FC Trat=0.242 < Ft =4.76; No hay diferencia estadística en altura de planta en el primer corte.

Como se puede observar en la gráfica 1 donde se están comparando las medias aritméticas de la altura de plantas del primer corte, se tiene la presencia en la parte superior de la barra de la misma la letra (A); esto se debe a que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos comparados, pero al menos en términos absolutos fueron los tratamientos 3 y 4 los que presentaron un mejor comportamiento en relación a esta variable.

Gráfica 1. Comparación de medias de altura del primer corte.



En la tabla 3 se puede observar el peso de la producción de forraje verde en kg, el corte se realizó cuando se obtuvo un 10% de floración, se cortó el 17 de marzo del 2023, para esto se toma 1 m<sup>2</sup> de manera aleatoria lanzando una varilla al azar sobre la superficie de cada uno de los cuadrantes posteriormente cortar la muestra después se guarda en una bolsa para llevarlas a laboratorio para poder pesarlas.

Tabla 3. Producción de forraje verde en Kg/ m<sup>2</sup> primer corte.

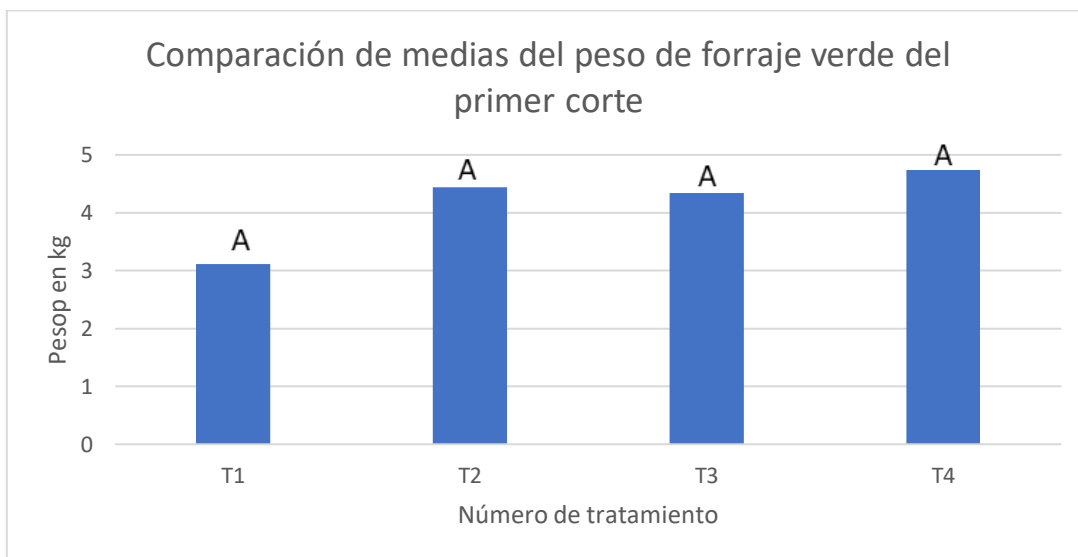
T3= 4.64	T4=5.02	T1=1.77	T2= 4.56
T4=4.57	T1=4.7	T2=3.51	T3=4.12
T1=2.88	T2=5.27	T3=4.28	T4=4.63

Resultados del ANOVA con un alfa del 5%:

FC Trat= 1.532 < Ft =4.76; No hay diferencia estadística en la producción de forraje verde Kg/m<sup>2</sup> en el primer corte.

En la gráfica 2 se puede apreciar la comparación de medias aritméticas del peso de forraje verde de alfalfa, en la parte superior de las barras se cuenta con la misma letra (A) debido a que no se tiene diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede realizar énfasis en el tratamiento 2 y 4 que presentaron un peso mayor a los demás en relación a esta variable.

Gráfica 2. Comparación de medias del peso de forraje verde del primer corte.



En la tabla número 4 se muestra el % de materia seca (ms) que se obtiene de una muestra de forraje verde, bajo el procedimiento de laboratorio. Obtener una muestra de forraje verde, obtener su peso y posteriormente introducirlas a una bolsa de papel canela y después introducirlas a la estufa de secado por 24 horas a una temperatura de 50°C para luego obtener su peso en forraje seco y realizar los cálculos correspondientes.

Tabla 4. Porcentaje % de materia seca (ms) en el primer corte.

T3=18%	T4=7%	T1=15%	T2=11%
T4=12%	T1=5%	T2=13%	T3=12%
T1=12 %	T2= 9%	T3=6%	T4=12%

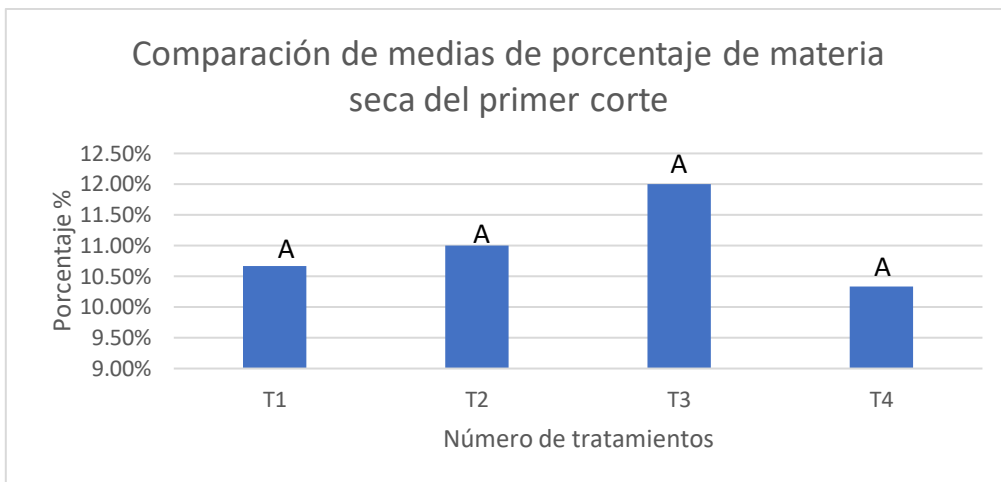


Resultados del ANOVA con un alfa del 5%:

FC Trat= 0.072 < Ft =4.76: No hay diferencia estadística en contenido de % de ms en el primer corte.

En la gráfica 3 se puede analizar la comparación de medias aritméticas del porcentaje % de materia seca del primer corte en el cual en la parte superior de la barra se cuenta con la misma letra (A) debido a que no se tiene diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede observar que el tratamiento 2 y 3 presentaron un % más alto en relación a esta variable.

Gráfica 3. Comparación de medias de porcentaje de materia seca del primer corte.



En la tabla 5 se presenta la segunda medición de altura en centímetros, pasando un mes después de primer corte. Cuya fecha fue el 17 de abril de 2023. Se toman 4 plantas al azar de cada bloque y se va obtenido el promedio de altura y después de realizar el ANOVA por medio de bloques al azar se puede comentar que no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede resaltar que fue el tratamiento 4 el cual presentó una altura mayor que superó los 78 centímetros.

Tabla 5. Altura en cm de las plantas de alfalfa antes del segundo corte.

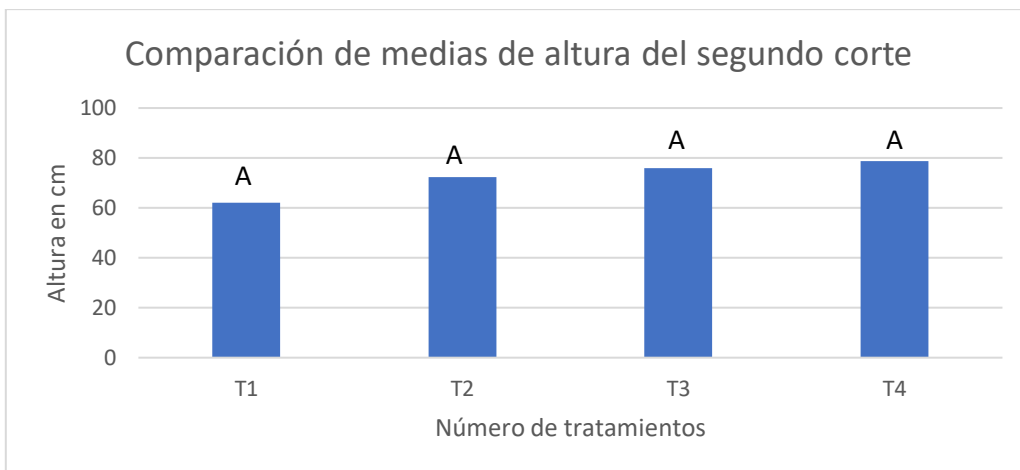
T3= 82.4	T4=81.2	T1=47.2	T2=64.6
T4=79.2	T1=68.8	T2=71.4	T3=62.8
T1=70	T2=81.4	T3=82.2	T4=75.6

Resultados del ANOVA con un alfa del 5%:

$F_c \text{ Trat}=1.63 < F_t =4.76$ ; No hay diferencia estadística en altura de planta en segundo corte.

En la gráfica 4 podemos observar la comparación media aritméticas de la altura de plantas del segundo corte, se tiene la presencia en la parte superior de la barra la misma letra (A); esto hace referencia a que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos comparados, pero al menos en términos absolutos fueron los tratamientos 3 y 4 los que presentaron un mejor comportamiento en relación a esta variable.

Gráfica 4. Comparación de medias de altura del segundo corte.



En la tabla 6 se puede observar el peso de la producción de forraje verde en kg, el segundo corte que se realizó a un mes posterior al primer corte, la fecha fue el 17 de abril del 2023, para esto se toma 1 m<sup>2</sup> de manera aleatoria lanzando una varilla al azar sobre la superficie de cada uno de los cuadrantes posteriormente cortar la muestra después se guarda en una bolsa para llevarlas a laboratorio para poder pesarlas

Tabla 6. Producción de forraje verde Kg/ m<sup>2</sup> durante el segundo corte.

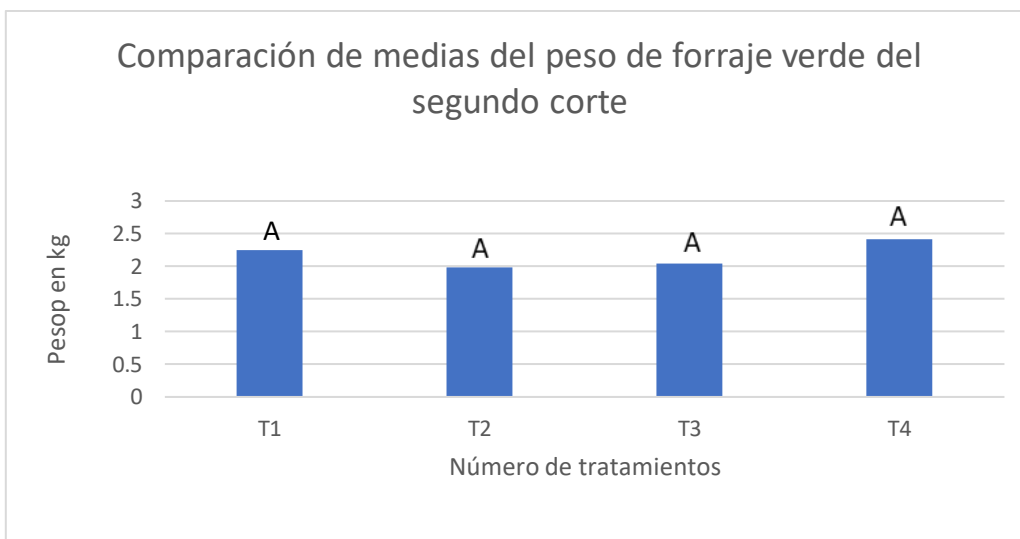
T3= 1.81	T4=2.6	T1=2.0	T2= 1.68
T4=2.51	T1=3.01	T2=1.83	T3=1.80
T1=1.76	T2=2.44	T3=2.52	T4=2.12

Resultados del ANOVA con un alfa del 5%:

$F_c \text{ Trat} = 0.456 < F_t = 4.76$ ; No hay diferencia estadística en la producción de forraje verde  $\text{Kg/m}^2$  segundo corte.

En la gráfica 5 se puede apreciar la comparación de medias aritméticas del peso de forraje verde del segundo corte de alfalfa, en la parte superior de las barras se cuenta con la misma letra (A) debido a que no se tiene diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede realizar énfasis en el tratamiento 1 y 4 que presentaron un peso mayor a los demás en relación a esta variable.

Gráfica 5. Comparación de medias del peso de forraje verde del segundo corte.



En la tabla 7 se muestra el % de materia seca (ms) del segundo corte de alfalfa que se obtiene de una muestra de forraje verde, bajo el procedimiento de laboratorio. Esta técnica se realizó el 17 de abril del 2023. Obtener una muestra de forraje verde, obtener su peso y posteriormente introducirlas a una bolsa de papel canela y luego introducirlas a la estufa de secado por 24 horas a una temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$  y después obtener su peso en forraje seco. En esta tabla puedo mencionar que el tratamiento 3 Peat Moss fue el que obtuvo alto porcentaje de materia seca; pero se puede observar ya como la mayoría de los cuadrantes que representan diferentes repeticiones de los tratamientos ya se acercan y algunos superan al 24% de materia seca.

Tabla 7. Porcentaje % de ms en el segundo corte.

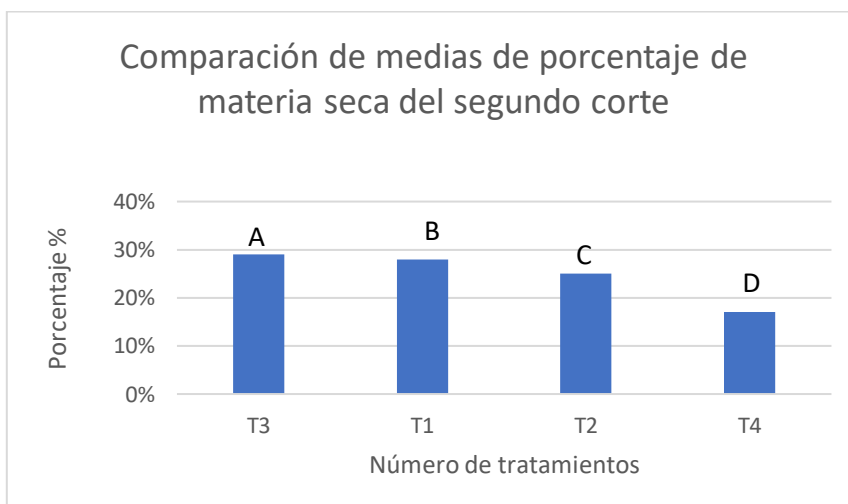
T3=30%	T4=9%	T1=28%	T2=22%
T4=23%	T1=25%	T2=25%	T3=25%
T1=32%	T2=28%	T3=33%	T4=19%

Resultados del ANOVA con un alfa del 5%:

FC Trat= 4.830 > Ft =4.76: existe diferencia estadística en contenido de % de MS en segundo corte.

En la gráfica número 6 se está comparando el % de materia seca entre los 4 tratamientos, y se puede observar en la parte superior de la barra la presencia de letras diferentes (A, B, C, D) esto quiere decir que al menos un tratamiento fue mejor que los otros; en este caso fue el tratamiento 3 que arrojó el mayor porcentaje de materia seca con un promedio del 29% es decir; el fertilizante orgánico Peat Moss el que más riqueza nos dio en esta variable.

Gráfica 6. Comparación de medias de porcentaje de materia seca del segundo corte.



En la tabla 8 se presenta la tercera medición de altura en centímetros, pasando un mes después del segundo corte. Cuya fecha fue el 16 de mayo de 2023. Se toman 4 plantas al azar de cada bloque y se va obtenido el promedio de altura y después de realizar el ANOVA por medio de bloques al azar se puede comentar que no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede resaltar que fue el tratamiento 4 el cual presentó una altura mayor que superó los 83 centímetros.

Tabla 8. Altura de la planta de alfalfa en cm antes del tercer corte.

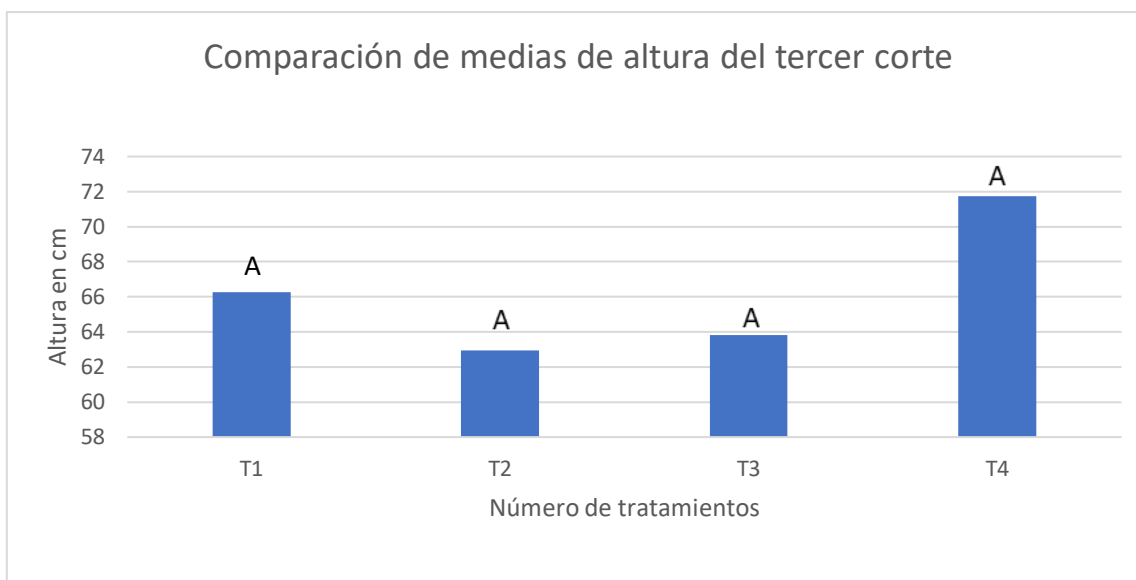
T3= 66.16	T4=60	T1=56.6	T2= 64.5
T4=83.6	T1=79.16	T2=67.8	T3=60.83
T1=63	T2=56.6	T3=64.6	T4=71.6

Resultados del ANOVA con un alfa del 5%:

$F_c \text{ Trat} = 0.803 < F_t = 4.76$ ; No hay diferencia estadística en altura de planta en tercer corte.

En la gráfica 7 podemos observar la comparación de medias aritméticas de la altura de plantas del tercer corte, se tiene la presencia en la parte superior de la barra la misma letra (A); esto hace referencia a que no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos comparados, pero al menos en términos absolutos fueron los tratamientos 1 y 4 los que presentaron un mejor comportamiento en relación a esta variable.

Gráfica 7. Comparación de medias de altura del tercer corte.



En la tabla 9 se puede observar el peso de la producción de forraje verde en kg, en el tercer corte que se realizó a un mes posterior al segundo corte, la fecha fue el 16 de mayo del 2023, para esto se toma 1 m<sup>2</sup> de manera aleatoria lanzando una varilla al azar sobre la superficie de cada uno de los cuadrantes después se corta la muestra luego se guarda en una bolsa para llevarlas a laboratorio para poder pesarlas. De inmediato se llevaron al laboratorio de cooperativa agropecuaria de Gómez Palacio Durango para realizar el análisis de minerales, es por esto que ya no se realizó el tercer análisis de % de Materia Seca.

Tabla 9. Producción de forraje verde Kg/ m<sup>2</sup> durante el tercer corte.

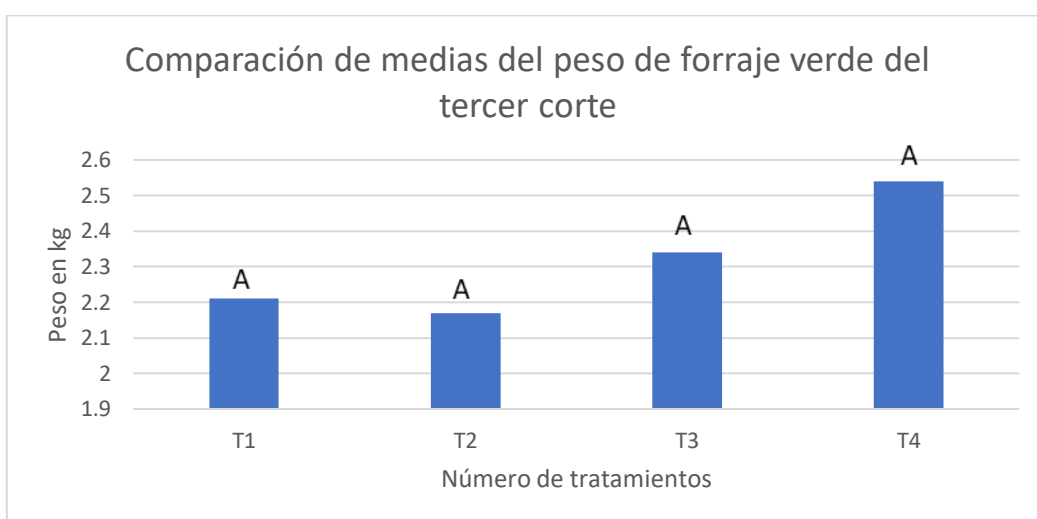
T3= 2.42	T4=3.55	T1=1.87	T2= 1.47
T4=2.82	T1=1.99	T2=1.53	T3=2.10
T1=2.77	T2=3.53	T3=2.50	T4=1.26

Resultados del ANOVA con un alfa del 5%:

$F_c \text{ Trat} = 0.087 < F_t = 4.76$ ; No hay diferencia estadística en la producción de forraje verde Kg/m<sup>2</sup> del tercer corte.

En la gráfica 8 se puede apreciar la comparación de medias aritméticas del peso de forraje verde del tercer corte de alfalfa, en la parte superior de las barras se cuenta con la misma letra (A) debido a que no se tiene diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede realizar énfasis en el tratamiento 3 y 4 que presentaron un peso mayor a los demás en relación a esta variable.

Gráfica 8. Comparación de medias del peso de forraje verde del tercer corte.



En la tabla 10 se puede apreciar el análisis de contenido de nitrógeno (N) que contiene el cultivo de alfalfa. La muestra se mandó al laboratorio de Gómez Palacio en cooperativa agropecuaria el 17 de mayo del 2023, dicho resultado de la muestra fue entregada el 11 de junio del 2023, se puede resaltar el contenido del % del N del tratamiento 4 y debajo de este el tratamiento 3.

Tabla 10. Contenido de análisis de N del tercer corte.

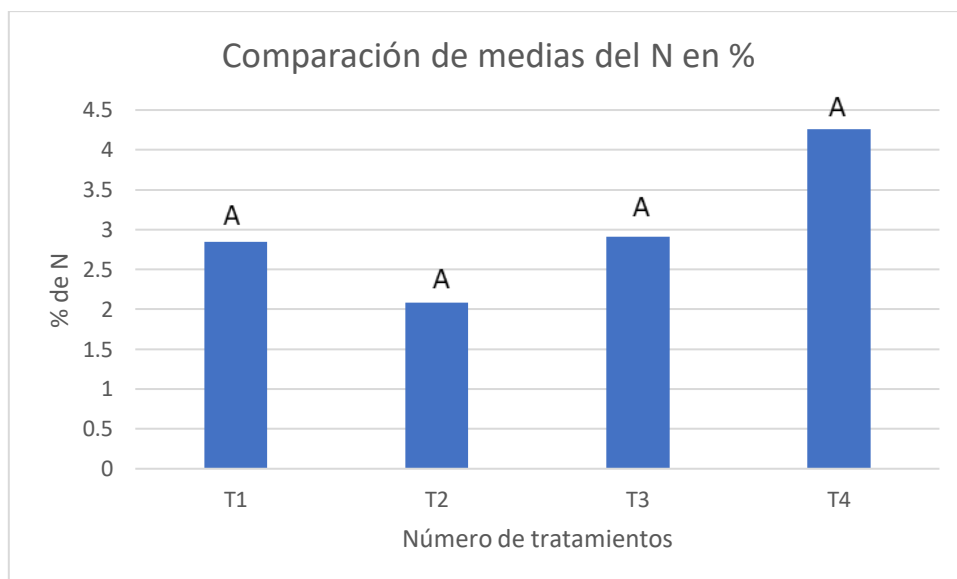
T3= 3.28	T4=4.26	T1=2.75	T2= 2.10
T4=5.19	T1=1.42	T2=2.32	T3=2.7
T1=4.4	T2=1.83	T3=2.76	T4=3.33

Resultado del ANOVA con un alfa de 5% del contenido de N en datos del tercer corte.

$F_c = 2.291 < F_t = 4.76$ ; No hay diferencia estadística en el contenido de Nitrógeno (N) del tercer corte de alfalfa.

En la gráfica 9 se puede apreciar la comparación de medias aritméticas del porcentaje % del nitrógeno presente en el cultivo de alfalfa, en la parte superior de las barras se cuenta con la misma letra (A) debido a que no se tiene diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede observar que los tratamientos 3 y 4 que presentaron un mayor % a los demás, en relación a esta variable.

Gráfica 9. Comparación de medias del N en %.



En la tabla 11 se puede apreciar el análisis de contenido de Calcio (Ca) que contiene el cultivo de alfalfa. La muestra se mandó al laboratorio de Gómez Palacio en cooperativa agropecuaria el 17 de mayo del 2023, dicho resultado de la muestra fue entregada el 11 de junio del 2023, se puede observar que en esta variable tan importante para la producción de leche fueron los tratamientos inorgánicos los que arrojaron los mejores resultados; estos fueron el tratamiento 1 y 2.



Tabla 11. Contenido del análisis de Calcio del tercer corte.

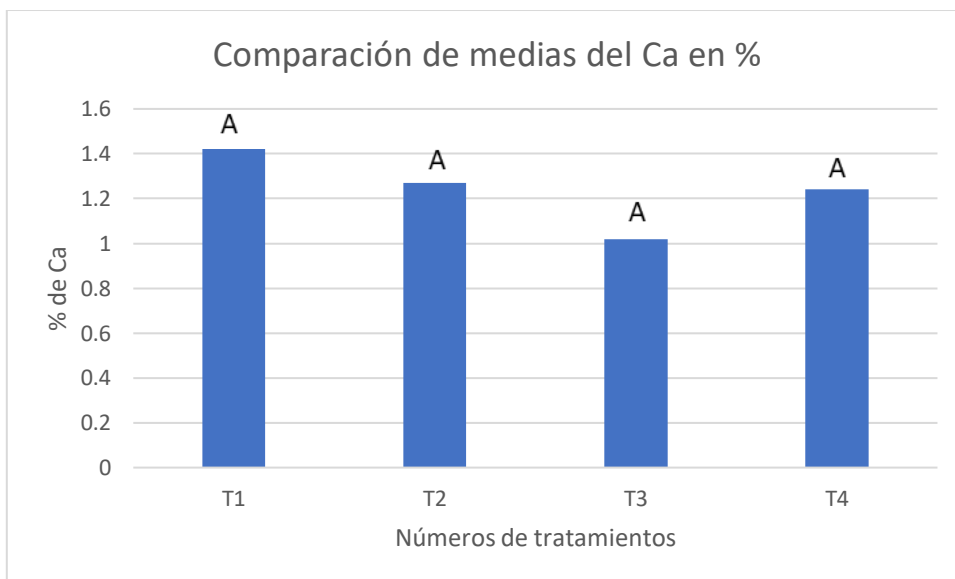
T3=0.87	T4=1.24	T1=1.20	T2= 1.51
T4=1.15	T1=1.09	T2=1.59	T3=1.33
T1=1.98	T2=.72	T3=.87	T4=1.33

Resultado del ANOVA del contenido de Ca en datos del tercer corte.

$F_c = 2.992 < F_t = 4.76$ ; No hay diferencia estadística en el contenido de Ca del tercer corte de alfalfa.

En la gráfica 10 se puede apreciar la comparación de medias aritméticas del porcentaje % del Calcio presente en el cultivo de alfalfa, en la parte superior de las barras se cuenta con la misma letra (A) debido a que no se tiene diferencia estadística entre los tratamientos, pero se puede observar que los tratamientos 1 y 2 que presentaron un mayor % a los demás, en relación a esta variable.

Gráfica 10. Comparación de medias del Ca en %.



En la tabla 12 se puede apreciar el análisis de contenido de fósforo (P) que contiene el cultivo de alfalfa. La muestra se mandó al laboratorio de Gómez Palacio en cooperativa agropecuaria el 17 de mayo del 2023, dicho resultado de la muestra fue entregada el 11 de junio del 2023. En este cuadro se puede mencionar que el

tratamiento 1 (MAP) fue el que obtuvo alto porcentaje de fósforo, e inclusive como se ve en su ANOVA se logró diferencia estadística entre los tratamientos; donde el mejor tratamiento fue el 1.

Tabla 12. Contenido del análisis de fósforo del tercer corte.

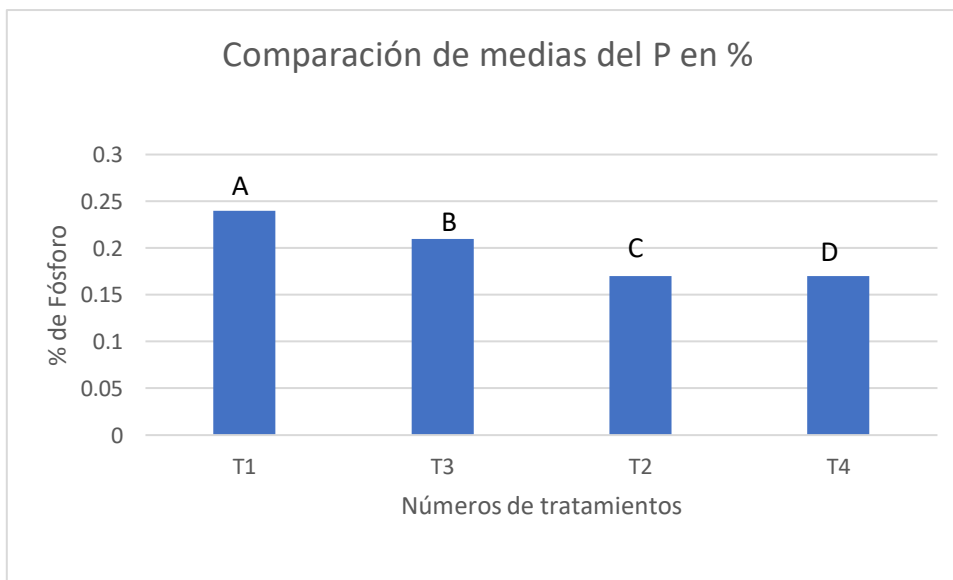
T3= 0.24	T4=0.17	T1=0.27	T2= 0.17
T4=0.17	T1=0.22	T2=0.19	T3=0.16
T1=0.25	T2=0.16	T3=0.24	T4=0.18

Resultado del ANOVA del contenido de fosforo en datos del tercer corte.

$F_c = 5.195 > F_t = 4.76$ ; por lo tanto, hay diferencia estadística en el contenido de fosforo del 3er corte de alfalfa.

En la gráfica 11 se puede observar la presencia de letras diferentes en la parte superior de la barra (A, B, C, D) que indica la diferencia estadística entre los tratamientos y el mejor de ellos en contenido de fósforo fue el tratamiento 1 que corresponde a un fertilizante inorgánico.

Gráfica 11. Comparación de medias del P en %.



En la tabla 13 se presentan los resultados en partes por millón (PPM) del mineral hierro (Fe); que cumple una función importante en el cultivo de la alfalfa tendiente a disminuir el acame del cultivo, no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, pero resalta el tratamiento 1 con la mayor presencia de PPM.

Tabla 13. Contenido en del análisis de hierro en ppm del tercer corte.

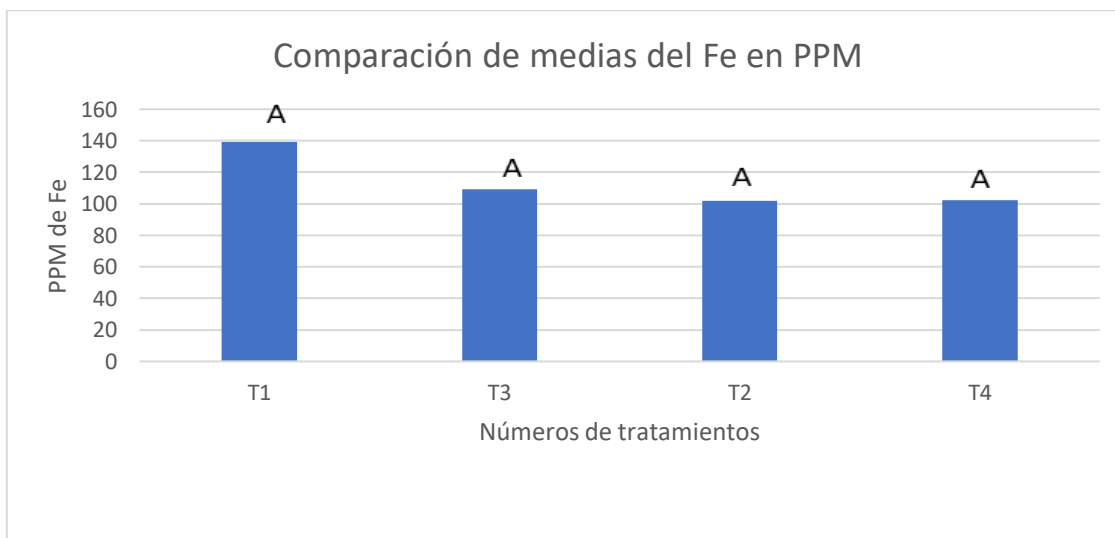
T3= 105.30	T4=102.15	T1=204.15	T2= 99
T4=111.46	T1=103.01	T2=151.43	T3=89.83
T1=110.6	T2=77.08	T3=110.32	T4=92.84

Resultado del ANOVA del contenido de hierro en datos del tercer corte.

$F_c = 0.722 < F_t = 4.76$ ; no hay diferencia estadística en el contenido de hierro del 3er corte de alfalfa.

En la gráfica 12 se observa el análisis del mineral hierro donde no se obtuvo diferencia estadística, es por ello que en la parte superior de la barra se puede observar la letra (A), pero debemos recalcar que fue el tratamiento 1 con el mayor número de unidades de PPM en esta variable.

Gráfica 12. comparación de medias de la variable Fe en PPM.



### **VIII.- CONCLUSIONES.**

Al finalizar la investigación se puede decir que se han cumplido los objetivos y las hipótesis planteadas pues los resultados obtenidos permiten hacer estas afirmaciones; se tiene que resaltar tres puntos importantes en los cuales se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos.

En lo relacionado al porcentaje de materia seca se puede afirmar que se superó el 24% de ms que tradicionalmente se consigue en los alfalfares de la Comarca Lagunera, pues con el tratamiento 3 que es el Peat Moss se logró un 29% durante el segundo corte.

Mención aparte; es valioso comentar que la producción de forraje verde en toneladas por hectárea supero las 75 t/ha reportadas por Lara y Jurado (2014); pues en el estudio que se está presentando se lograron 76.5 t/ha tan solo en el tercer corte.

Referente a la mineralización se logró diferencia estadística en el tratamiento 1 (fertilización con MAP); es decir, el contenido de fósforo en las muestras analizadas fue mayor que la cantidad encontrada en los otros tratamientos.

Se debe mencionar que en todo momento el que esto escribe estuvo en el ciclo productivo, en los cortes para las muestras de laboratorio, en los análisis de materia seca, es decir; se obtuvo aprendizaje adicional al aplicar metodologías científicas que permitieron el éxito de este documento de investigación.

### IX.- BIBLIOGRAFÍA.

- Alvarado, S., Guerrero, S., Anchondo, J. A., Rivas, B. A. y Palacios, A. 2017. Importancia económica y biológica de la alfalfa en el centro de chihuahua. *Biológico agropecuaria Tuxpan* Vol. 5 No. 2. Universidad autónoma de chihuahua, facultad de ciencias agrícolas y forestales, Delicias Chihuahua.
- Astrid, R. 2007. Efecto de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) y del abonado nitrogenado en el maíz (*Zea mays* L.) y el trigo (*Triticum aestivum* L.) en una rotación Alfalfa-Maíz-Trigo en regadío. Departamento de Producción Vegetal y Ciencia Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de Lleida.
- Ávila, R., González, A., Rocha, J.L., Ogaz, A. R. y González, R. 2017. Impacto de los costos del análisis de agua, suelo y planta en un experimento de fertilización en alfalfa (*Medicago sativa* L.). Memorias inextenso del primer congreso internacional de administración de empresas agropecuarias, del 28 de mayo al 01 de junio, Universidad Tecnológica y Politécnica de Colombia, Duitama Departamento de Boyacá, República de Colombia.
- Ávila, R., Rocha, J. L., González, A., Ogaz, A. y Ávila, S. M. 2020. Determinación de dosis de fertilización que generan disminución de costos en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* L.) utilizando fuentes de Lombricultura. *Revista Mexicana de Agronegocios octava época año XXIV* Vol. 46. Santa Ana, Sonora. Departamento de Ciencias Básicas de la UAAAN. U.L. Torreón Coahuila, México.
- Berarlo, A., Marino, M.A. Y Erht, S. 2007. Producción de forraje de alfalfa con aplicación de fosforo superficial y profunda. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* vol. 36 num.1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos aires, Argentina.
- Bonivardo, S. L., Martínez, A. N. Basconcello, J. Bosco, A. y Pérez, M. 2015. Artrópodos (perjudiciales y benéficos) y malezas en el primer año de implementación de alfalfa en la Provincia San Luis. *Revista FAVE- Ciencias*

- Agrarias 14 (2). Facultad de Ingeniería y Ciencias agropecuarias. Villa Mercedes, Provincia de San Luis.
- Cancio, H. 2016. Cultivo de alfalfa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Centro Regional Patagonia Norte: Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle, Argentina.
- Clavijo, E. y Cadena P.C. 2011. Producción y calidad nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa*) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Salle Programa de Zootecnia Bogotá D.C.
- Contreras, J.L., Cordero, A.G. Curasma, J., Thimothée, J. A. y Del Solar, J. 2019. Influencia ambiental sobre el valor nutritivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en los andes peruanos. Compend. Cienc. Vet. 09 (01): 07-14. Universidad Nacional Huancavelica. Facultad de Ciencias de Ingeniería. Departamento Académico de Zootecnia. Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos. Perú.
- Cortés, A., León, J., Jiménez, F., Díaz, M., Villanueva, A. y Guzmán, C. 2016. Alimentos funcionales, alfalfa y fitoestrógenos. Revista Mutis Vol. 6 (1) pp. 28-40. Secretaría de salud. Comisión federal de la Protección contra Riesgos Sanitarios. Departamento de Microbiología. Tlalpan, México.
- Cubas, M., Vallejos, L.A., Florián, R.R., Carrasco, W.L. y Álvarez, W.Y. 2022. Evaluación productiva y composición química de seis genotipos de *Medicago sativa* L. en los andes del norte de Perú. Pastos y forrajes vol. 45. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Díaz, A. 2020. Factores implicados en la calidad del forraje de alfalfa: *Medicago sativa*. Tesina para obtener el grado de: especialista en Tecnología e Inocuidad de Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

- Escobar, D. M. 2021. Importancia de las moléculas que se producen en el proceso de fotosíntesis de las plantas superiores c3 y c4. Tesis para obtener el grado de: Ingeniera Agrónoma. Universidad técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo los Ríos, Ecuador.
- Flores, D.F. 2015. La alfalfa (*Medicago sativa* L.): Origen, Manejo y Producción. Conexagro JDC. Vol. 5 No 1. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona.
- Fonseca, D., Bohórquez, I.A., Rodríguez, C.E. y vivas, N.J. 2020. Efecto del periodo de recuperación en la producción y calidad nutricional de algunas especies forrajeras. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Vol. 18 No 2. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Universidad del Cauca. Popayán Colombia.
- Gaytán, J.A., Castro, R., Villegas, Y., Aguilar, G., Solís, M. M., Carrillo, J.C. y Negrete, L. O. 2018. Rendimiento de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) a diferentes edades de la pradera y frecuencias de deflación. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias Vol. 10, no. 2. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, División de Estudios de Posgrado. Ex Hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.
- Gil, L.A., Leiva, F. A., Cabos, J. D., Jara, E. L., Bardales, C. B. y León, C. A. 2022. Influencia de las concentraciones del “biol” en el crecimiento y desarrollo de *Medicago sativa* (Fabaceae)” alfalfa”. ARNALDOA 29(1):149-162. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad, Perú.
- José, J. 2017. Efectos de fertilización con P y S sobre la producción y calidad de alfalfa (*Medicago sativa* L.) irrigada y el estado orgánico del suelo en el valle inferior del río negro. Tesis para obtener el grado de: Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. Secretaria General de Posgrado y Educación Continua.

- Lara, C.R y Jurado, P. 2014. Paquete tecnológico para producir alfalfa en el estado de Chihuahua. Centro de Investigación Regional Norte Centro (INIFAP): Sitio Experimental la Campana. Aldama, chihuahua.
- Lemus, V., Guevara, A., García, J.A., Gaspar, D., García, J. G. y Pacheco, D. 2020. Producción de leche de vacas en pastoreo de alfalfa (*Medicago sativa*) en el Altiplano Mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. Vol. 11. No 1. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Animal del Altiplano, Tequisquiapan Querétaro, México.
- Lloveras, J., Delgado, I. y Chocarro, C. 2020. La alfalfa y el Medio Ambiente. Agronomía y Utilización. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Universidad de Lleida, Zaragoza España.
- Luciani, A. M. y Rosi A. 1995. Espectroscopia de resonancia magnética nuclear en biomedicina. Informes ISTISAN 97/40. Curso organizado por el Instituto Superior de Sanidad.
- Martin, A., Núñez, E. y Rodríguez, E. 2020. Guía de gestión integrada de plagas "alfalfa". Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, secretaria general Técnica. Madrid.
- Montemayor, J. A., Aguirre, H. W., Olague, J., Román, A., Rivera, M., Preciado, P., Montemayor, I. R., Segura, M.A., Orozco, J. A. y Yescas, P. 2010. Uso del agua en la alfalfa (*Medicago sativa*) con riego por goteo subsuperficial. Re Mex Ciencias Pecuarias vol. 1(2): 145-156. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Instituto Tecnológico de Torreón. Torreón Coahuila, México.
- Montes, F. J., Castro, R., Aguilar, G., Sandoval, y S. y Solís, M. M. 2015. Acumulación estacional de biomasa aérea de alfalfa Var. Oaxaca criolla (*Medicago sativa* L.). Revista Mexicana Ciencias Pecuarias vol. 7 (4): 539-552. Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR. Unidad, de Oaxaca. Cruz Xoxocotlán, Oaxaca México.



- Munera, G. A. y Meza, D.C. 2016. El fósforo elemento indispensable para vida vegetal. Facultad de Tecnología Programa de Química de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Olivares, S. E. 2012. Paquete estadístico de diseños experimentales de la FAUANL. Facultad de Agronomía UANL, Marín Nuevo León, México.
- Oñate, W. V. 2019. Fenología, composición química y manejo de las variedades de alfalfa en el cantón Riobamba. Tesis para obtener el grado de: Doctor en Filosofía en Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima Perú.
- Pedroza, A., Ríos, J. L., Torres, M., Cantú, J. E., Piceno, C. y Yáñez, L. G. 2014. Eficiencia de riego en la producción de maíz forrajero (*Zea mays* L.) y alfalfa (*Medicago sativa*): impacto social y económico. Servicios especializados SAGARPA Comarca Lagunera. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas URUZA. Bermejillo Durango, México.
- Ramos, C. M., Pérez, S., Guerrero. S. y Palacios, A. 2021. Biofertilización y nanotecnología en alfalfa (*Medicago sativa* L.) como alternativas para un cultivo sustentable. Cultivos Tropicales vol. 42, no, 2. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Delicias, chihuahua, México.
- Rojas, A. R., Mendoza, S. I., Maldonado, M. A., Álvarez, P., Torres, N., Cruz, A., Vaquera, H. y Joaquín, S. 2019. Rendimiento de forraje y valor nutritivo de alfalfa a diferentes intervalos de corte. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas vol.10 no. 4. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero.
- Sartor, P. D., Aumassanne, C. M. Fontanella, D. R., Masseroni, M. L., Zamora, C. D., Pérez, M. M., Álvarez, C.O., Beget, M. E. y bella, C.M. 2018. Variabilidad edáfica y su implicancia en la producción de cultivo de alfalfa bajo riego. Ministerio de producción y trabajo. Presidencia de la nación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional la Pampa, San Luis.

- Servín, M., Espinoza, G., Sánchez, R. y Gutiérrez, E. 2017. Modelos para optimización de agua de riego en alfalfa con reposo invernal. Campo Experimental Zacatecas (INIFAP). Universidad autónoma de zacatecas “Francisco García Salinas Posgrado en Ciencias de la Ingeniería, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, zacatecas, México.
- Solís, V. A. 2019. El nitrógeno como base de la producción agrícola en cultivos de ciclo corto. Tesis para obtener el grado de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Los Ríos, Ecuador.
- Sulca, A. 2015. Producción en forraje de cinco variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) Ticllas a 2395 msnm- Ayacucho. Tesis para obtener el grado de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Agrarias. Ayacucho, Perú.
- Tigrero, J. 2023. Evaluación de las características morfológicas e índices de crecimiento de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en sistema semí-hidroponico tratados con dos soluciones nutritivas en sustrato de Pomina durante dos tiempos de corte. Tesis para obtener el grado de: Ingeniero en Agropecuaria. Universidad de las fuerzas armadas. Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura. Sangolquí.
- Timana, N. R. 2015. Efectos de la fertilización química-orgánica en el rendimiento de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), en la Comunidad Calpaqui, Provincia de Imbabura. Tesis de grado presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias como requisito previo para optar el título de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel Carchi, Ecuador.
- Vázquez, C., García, J.L., Salazar, E., Murillo, B., Orona, I., Zúñiga, R., Rueda, E.O. y Preciado. 2010. Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino. Re Mex Ciencias Pecuarias vol. 1, (4) 363-372. Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Delegación Coyoacán, Ciudad de México.

Vázquez, J.J. 2011. Determinación de la carga animal en tres terrenos del ejido el Portento Municipio de Hidalgo Durango. Tesis para obtener el grado de: Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México.

Vilcara, E. A. y Passoni, F.J. 2023. Características agronómicas y productivas de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en la sierra central del Perú. Anales Científicos 84(2). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.

Vivas, H.S., Romero, L. y Ibarlucea, J. 2015. Fertilización con fosforo y azufre en dos variedades de alfalfa sobre un suelo deficiente de San Cristóbal, Santa Fe. INNTA EEA. Rafaela, santa fe.