

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de rendimiento de materia seca (ms) y proteína cruda (pc) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) fertilizado con vermicomposta.

POR

OSCAR EDUARDO SÁNCHEZ SANTIS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de rendimiento de materia seca (ms) y proteína cruda (pc) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) fertilizado con vermicomposta.

POR:

OSCAR EDUARDO SÁNCHEZ SANTIS

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

M.C.A. Rafael Ávila Cisneros
Asesor Principal

Dr. Anselmo González Torres
Coasesor

Dr. Héctor Javier Martínez Agüero
Coasesor

Dr. Alfredo Ogaz
Coasesor

Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División De Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Noviembre, 2021

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de rendimiento de materia seca (ms) y proteína cruda (pc) del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) fertilizado con vermicomposta.

POR:

OSCAR EDUARDO SÁNCHEZ SANTIS

TESIS

Aprobada por el comité de Asesoría como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

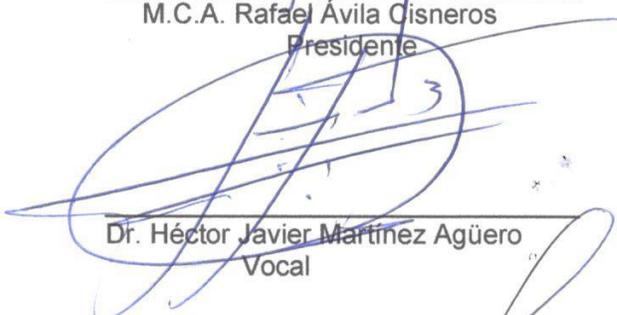
APROBADA POR:



M.C.A. Rafael Ávila Cisneros
Presidente



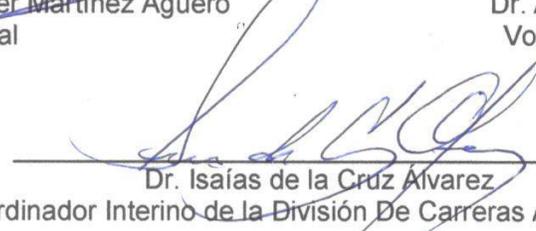
Dr. Anselmo González Torres
Vocal



Dr. Héctor Javier Martínez Agüero
Vocal



Dr. Alfredo Ogaz
Vocal Suplente



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División De Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Noviembre, 2021

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

AGRADECIMIENTO

A mi madre, Rosa María Santis López por siempre haberme brindado su apoyo incondicionalmente, por haber actuado como un padre y madre las veces que fueron y serán necesarias, por creer en mí y sobre todo por ser la mejor madre del mundo.

A mi padre, Juan Sánchez Gómez (QEPD) por haberme dado todo su apoyo y cariño, por ser un ejemplo en la vida, por haberse preocupado por mí hasta el último momento incluso por encima de el mismo, por ser mi padre y haberme dado un camino en el cual culmino una etapa, aunque no me vio graduado sé que siempre estará conmigo.

A mi hermano, Juan Martín Sánchez Santis por siempre apoyarme y animarme, aunque pasamos momentos difíciles siempre es un ejemplo para mí, por estar ahí cuando lo necesite.

A mi abuela, Isidora López Albares por actuar como segunda madre para conmigo, por siempre tener un plato de comida y un techo para mí, por ser un ejemplo de una gran mujer.

A mi asesor, M.C Rafael Ávila Cisneros por todo el apoyo brindado durante el proceso de tesis, por guiarme, por todo los consejos y por los conocimientos obtenidos.

A mis amigos, a todos aquellos compañeros con los que forme una amistad y compartí momentos de alegría, que me apoyaron y se convirtieron en una familia para mí, me brindaron un hogar a donde ir y grandes historias para la vejez.

DEDICATORIAS

A mi madre, Rosa María Santis López por siempre haberme brindado su apoyo incondicionalmente, por haber actuado como un padre y madre las veces que fueron y serán necesarias, por creer en mí y sobre todo por ser mi la mejor madre del mundo.

A mi padre, Juan Sánchez Gómez (QEPD) por haberme dado todo su apoyo y cariño, por ser un ejemplo en la vida, por haberse preocupado por mí hasta el último momento incluso por encima de el mismo, por ser mi padre y haberme dado un camino en el cual culmino una etapa, aunque no me vio graduado sé que siempre estará conmigo.

A mi hermano, Juan Martín Sánchez Santis por siempre apoyarme y animarme, aunque pasamos momentos difíciles siempre es un ejemplo para mí, por estar ahí cuando lo necesite.

A mi abuela, Isidora López Albares por actuar como segunda madre para conmigo, por siempre tener un plato de comida y un techo para mí, por ser un ejemplo de una gran mujer.

Resumen

El trabajo de investigación se desarrolló en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la UAAAN-UL en Torreón Coahuila en condiciones medio ambientales de octubre, invierno 2018 y primavera de 2019. Mediante un diseño de experimentos con bloque al azar se evaluarán 6 tratamientos de fertilización con 5 repeticiones cada uno: 2 fuentes inorgánicas; MAP (fosforo) y Sulfato de Magnesio y 3 fuentes orgánicas: vermicomposta, lixiviado de vermicomposta y solución nutritiva mineralizada; y finalmente un bloque testigo en el cual no se aplicó ningún fertilizante. Fue un arreglo de parcelas de 1.5m x 5m para una superficie de 7.5m² para cada uno de ellos; en el campo experimental. Para el análisis estadístico se del ANOVA se utilizó el software de Olivares de la FAUANL v.2012 para un α de 5%. La hipótesis fue que hay diferencia estadística significativa en los rendimientos de materia seca (ms) y proteína cruda (pc) para la alfalfa fertilizada con fuentes orgánicas e inorgánicas. Para las variables evaluadas no se obtuvieron diferencias significativas, solamente en el primer corte el contenido de materia seca con el fertilizante inorgánico Sulfato de Magnesio (28.28%) se obtuvo diferencia estadística; fue mayor que todos los demás tratamientos. Por tanto la hipótesis se rechaza, siendo la vermicomposta el tratamiento más destacado en los fertilizantes orgánicos 5% contenido de N y 31.187% en proteína cruda.

Palabras clave: *Medicago sativa* L., Vermicomposta, Materia seca (ms), Proteína cruda (pc), Alfalfa

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
I.INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos	3
1.1.1.-Objetivo General.....	3
1.1.2.-Objetivo Específico.....	3
1.2.- Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1.- Importancia del cultivo del cultivo de la alfalfa.....	4
2.2.- Características Agronómicas de la alfalfa.....	4
2.3.- Valor nutritivo de la alfalfa	5
2.4.- Producción mundial.....	6
2.5.- Producción nacional.....	6
2.5.1- Producción de la alfalfa en la Comarca Lagunera	7
2.6.- Principales variedades de alfalfa en zonas áridas y semi áridas de México	8
2.6.1.- Ventajas de las variedades de alfalfa en zonas áridas y semi áridas de México	8
2.6.2.- Desventajas de variedades de alfalfa en zonas áridas y semi áridas de México	9
2.7.- Importancia de la variedad Excellent Plus	9
2.8.- Efecto del cultivo de la alfalfa en el suelo.....	10
2.8.1.- Efecto de los residuos de la alfalfa en el suelo	11
2.9.- Origen.....	12
2.10.- Características Morfológicas de la alfalfa.....	13
2.10.1.- Planta	13
2.10.2.- Raíz.....	13
2.10.3.- Hojas.....	14
2.10.4.- Tallo.....	14
2.10.5.-características de la flor de alfalfa.....	15
2.10.6.- Semilla.....	15

2.11.- importancia del forraje seco de la alfalfa para la nutrición animal	16
2.12.-importancia del forraje en verde de la alfalfa para la nutrición animal	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1.- Ubicación geográfica del trabajo experimental	18
3.2.- Condiciones experimentales	18
3.3.- Material genético	18
3.4.- Preparación del suelo:	18
3.5.-Siembra	18
3.6.- Labores culturales	19
3.6.1.-Deshierbe	19
3.6.2.-Riego	19
3.6.3.-Fertilización	19
3.7.-Cosecha	20
3.8.-Variables evaluadas.....	20
3.9.-Procedimiento y diseño experimental.....	20
3.10.-Análisis estadísticos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	23
V. CONCLUSIÓN	28
VI.BIBLIOGRAFÍA	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Dosis de fertilización de los tratamientos.....	20
Cuadro 2. Definición de los tratamientos.....	21
Cuadro 3. Análisis de varianza ANOVA para él % de materia seca primer corte.....	23
Cuadro 4. Grafica de contenido de materia seca primer corte.....	24
Cuadro 5. Análisis de varianza ANOVA para él % de materia seca cuarto corte.....	24
Cuadro 6. Grafica de contenido de materia seca cuarto corte.....	25
Cuadro 7. Análisis de varianza ANOVA para él % de nitrógeno.....	25
Cuadro 8. Grafica de contenido de nitrógeno.....	26
Cuadro 9. Análisis de varianza ANOVA para él % de proteína cruda.....	26
Cuadro 10. Grafica de contenido de proteína cruda.....	27

I.INTRODUCCIÓN

La alfalfa es el principal cultivo forrajero que se cultiva en el mundo. Es la planta forrajera que más importancia alcanza en el ganado (Ortega J. L. S, 1952).

En México, la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la leguminosa forrajera más utilizada para la alimentación del ganado lechero, en las regiones árida, semiárida y templada (Améndola M.R.D *et al* 2005). Su importancia radica en la cantidad de forraje obtenido por unidad de superficie cultivada, valor nutritivo, aceptabilidad y consumo animal, ya sea en estado fresco, heno o ensilada. En México, en 1969 se sembraron 160,000 ha, con una producción de 9 millones de toneladas de materia verde (Hanson C.H). Mientras que para el año 2006 la superficie cultivada con alfalfa fue de 379,103 ha y se cosecharon 28 millones de toneladas de forraje verde, con un rendimiento promedio anual de 75.24 t ha⁻¹ según SAGARPA.

En la presente investigación es necesario mencionar que la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es uno de los cultivos más importantes para regiones donde la industria lechera juega un papel importante para su economía; (Vázquez - Vázquez C. *et al* 2010). La alfalfa ocupa el 57% (36000 ha) de la superficie sembrada en la Comarca Lagunera, la cual es la cuenca lechera más importante de México. Esta población de ganado demanda para su alimentación alrededor de 3000000 t de forraje verde anualmente, siendo la alfalfa la principal fuente de este insumo.

Actualmente el uso de fertilizante inorgánico es un problema que afecta al medio ambiente, y sobre todo es un aspecto muy importante a tomar en cuenta por el desgaste o erosión que le causa al suelo agrícola.

Por la concentración de nutrientes, por la baja humedad y por la formulación granulada o en polvo, los fertilizantes químicos pueden ser más fácilmente adoptados para su aplicación mecánica, principalmente en zonas de la ladera, con utilización de pequeños equipos manuales, pero esto puede ocasionar que los costos de transporte y mano de obra para el manejo y aplicación de los fertilizantes

sean relativamente más bajos en relación con otros productos de concentraciones más bajas, y con niveles de humedad altas. (Cubero D. y Vieira M. J.)

De acuerdo a profesionales en el tema, es un problema que aumenta debido al bajo costo de la fertilización inorgánico; por eso se ha utilizado de manera indiscriminada en perjuicio de los suelos agrícolas y de los matos freáticos.

Fertilizante Químico (F. Q.)

Los fertilizantes químicos son preparados sobre la base de materias primas importadas y su procesamiento es altamente dependiente de energía.

Tanto las materias primas como los productos terminados están en manos de unas pocas empresas a nivel mundial, que crea una dependencia un tanto riesgosa para los agricultores y en última instancia para el país que basa su desarrollo agrícola en estos insumos.

Tratándose de materias primas y productos importados, su adquisición significa entre otros tener los costos basados en moneda extranjera, salida de divisas y la necesidad de mantener subsidios para equilibrar el desfase entre los precios internos de los productos y los precios extremos de los insumos. (Cubero D. y Vieira M. J., 1999)

Félix-Herrán J.A. (2008) menciona algunos aspectos importantes en la fertilización orgánica: Mejora la estructura del suelo, mejora la retención de humedad, estimula el desarrollo de plantas, mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuye la erosión producida por el escurrimiento superficial, eleva la capacidad de tampón de los suelos, su acción quelante contribuye a disminuir los riegos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos nutrientes, el humus aporta elementos minerales en bajas cantidades, y una importante fuente de carbono.

Como alternativa tenemos los fertilizantes orgánicos.

En este caso la vermicompost, y su lixiviado.

Por lo que esta investigación se trabajará en alfalfa (*Medicago sativa L.*). La alfalfa es uno de los cultivos forrajeros más importantes a nivel mundial, por lo que es

importante implementar otras opciones para su fertilización, que no disminuyan el rendimiento y la producción.

1.1.- Objetivos

1.1.1.-Objetivo General

- Evaluar el rendimiento de materia seca (ms), proteína cruda (pc), forraje en verde y contenido de nitrógeno (N) en el cultivo de la alfalfa fertilizada con fuentes orgánicas e inorgánicas; buscando generar una rentabilidad.

1.1.2.-Objetivo Específico

- Objetivo particular 1:

Comparar la producción de materia seca (ms) y proteína cruda (pc) en el cultivo de la alfalfa al fertilizar con vermicomposta y fertilizante a base fosforo.

- Objetivo particular 2:

Generar las dosis optimas en fertilizantes orgánicos de vermicomposta y lixiviado de vermicomposta que permita rentabilidad en la producción de alfalfa.

1.2.- Hipótesis

Hay diferencia estadística significativa en los rendimientos de materia seca (ms) y proteína cruda (pc) para la alfalfa fertilizada con fuentes orgánicas e inorgánicas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1.- Importancia del cultivo del cultivo de la alfalfa

Alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una importante especie forrajera para heno y pasto. (Barnes D. K., 1980).

Es la principal especie forrajera que se cultiva en todo el mundo.

La alfalfa es uno de los cultivos más importantes en la agricultura, es cultivada en todo el mundo para su uso como forraje para ganado y tiene el valor nutricional más alto de los cultivos forrajeros. Cuando la alfalfa se cultiva en suelos a los que se adapta bien, es el cultivo de mayor rendimiento dentro de los forrajes. Su uso principal dentro de la alimentación es el de ganado lechero, debido a su alto contenido de proteína y fibra altamente digestible, aunque también es utilizado como alimento para, caballos, ovejas y cabras, entre otros animales (SAGARPA, 2009)

La importancia de esta especie se debe a la cantidad de forraje obtenido por unidad de superficie, y al alto valor nutritivo, por ser apetecible y consumido por gran número de animales, sea en estado fresco, henificada o ensilada. (Juncafresca, 1983)

2.2.- Características Agronómicas de la alfalfa

La alfalfa es uno de los cultivos forrajeros más utilizados debido a que produce grandes cantidades de materia seca de alta calidad. El destino del cultivo es la producción de forraje, que puede aprovecharse mediante pastoreo directo o conservarse en forma de heno mediante la confección de rollos, fardos o megafardos. Es un cultivo perenne ya que su ciclo productivo perdura por varios años (puede llegar a 6-8 años). Su persistencia depende de varios factores,

principalmente de las prácticas de manejo en combinación con el clima y los suelos de cada zona. Durante la temporada de crecimiento se realizan varios cortes de aprovechamiento y su número dependerá del objetivo de producción, del manejo, de cuestiones operativas y de las condiciones climáticas de cada temporada en particular (Cancio H., 2016)

Una de las características sobresalientes de la alfalfa es la capacidad de exploración de las raíces en el suelo, mediante un extenso sistema radicular que puede llegar hasta los 6 m de profundidad, que le permite obtener agua de los horizontes más profundos del suelo e inclusive de la capa freática. Debido a que es un cultivo extensivo, el requerimiento de mano de obra es bajo y la aplicación de productos fitosanitarios es ocasional, debido a la baja incidencia de plagas y enfermedades en nuestra región, que se encuentran generalmente, debajo de los umbrales de daño económico. Los suelos ideales para la producción de alfalfa son los suelos profundos (más de 1,5 mts), bien drenados, sin presencia de sales ni sodio, de texturas medias, francos a franco limosos y bien provistos de materia orgánica. No obstante, la alfalfa presenta cierta plasticidad y adaptación a distintos tipos de suelo, pudiendo producir adecuadamente tanto en arenosos como en arcillosos, e incluso con leves cantidades de sales (Cancio H., 2016).

2.3.- Valor nutritivo de la alfalfa

El valor nutritivo de la alfalfa es el producto de la concentración de nutrientes, consumo, digestibilidad y metabolismo de los productos digeridos por los animales (Buxton et al., 1996).

La alfalfa se caracteriza por ser un forraje de alto valor nutricional, ya que su digestibilidad y niveles de proteína son elevados (Macías *et al.*, 2015). En términos nutricionales, la alfalfa con más del 22% de proteína cruda no tiene ninguna ventaja en proteína metabolizable (proteínas absorbidas en el intestino delgado), debido a que los aumentos de proteína cruda por encima del nivel mencionado son proteínas

degradable que no puede ser utilizada por los microorganismos del rumen, ya que rebasan su capacidad de síntesis de proteína (Chalupa, 1995).

Un valor adicional de la alfalfa es que ayuda a un pH adecuado del rumen. La fibra tiene una capacidad amortiguadora alta que le permite el intercambio de cationes cargados positivamente (Na, K, Mg y Ca) por hidrógenos cuando baja el pH en el rumen (Mc Burney et al., 1981). En contraste, los forrajes como el ensilado de maíz y otras gramíneas solo tienen de 1/3 a 1/2 de la capacidad amortiguadora de la alfalfa en el rumen (inifap, 2000).

2.4.- Producción mundial

La alfalfa, es una leguminosa forrajera, más utilizada a nivel mundial en la alimentación del ganado lechero, con aproximadamente 32, 000,000 ha cultivadas: Estados Unidos y Argentina tienen la mayor superficie sembrada con 16 millones de ha. La introducción de esta especie al continente americano se realizó primero en la región sur (Argentina, Chile, Perú y México) donde fue llevada por los conquistadores (Bouton, 2001).

2.5.- Producción nacional

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la leguminosa forrajera más utilizada en la alimentación del ganado productor de leche en los Estados Unidos y México. (SAGAR, 2000)

Rivas J. M. A. *et al* (2005) La importancia del cultivo de alfalfa radica en la superficie sembrada en México, la cual se ha incrementado en los últimos años, ya que en

1997 se sembraron 287, 128 ha (CEA, 1998) y en 1999 la superficie sembrada fue de 299, 508.85 ha (CEA, 2000), de la cual un 73.7 por ciento (220 862 ha) se encuentra en zonas de riego para producción de forraje verde, con un rendimiento promedio de 73.5 toneladas, siendo los estados de Guanajuato, Hidalgo, Baja California y Coahuila los que tienen la mayor superficie sembrada con 45,665, 35,288, 22,836 y 22,142 ha, respectivamente, otros estados importantes son Durango, Puebla, México y San Luis Potosí, siendo este último el que tiene los más altos rendimientos nacionales con 99.7 ton/ha; en cuanto a la zona de temporal se tiene un rendimiento promedio de 40.8 t ton/ha y cuenta con una superficie sembrada de 661 ha que representa un 0.22 % con respecto al total nacional, que se encuentran en los estados de México, Yucatán, Puebla, Tlaxcala, Nayarit y Jalisco; en lo que respecta a la producción de alfalfa achicalada, bajo el sistema de riego se tiene un rendimiento promedio de 14.5 ton/ha, con una superficie sembrada de 77,892 ha, que representa el 26 % de la superficie total sembrada y que se encuentra en los estados de Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Baja California y Nuevo León y bajo el sistema de temporal se tiene un rendimiento promedio de 11.4 ton/ha con una superficie sembrada de 93 ha que representa un 0.03 %, siendo Jalisco y Sinaloa los estados que practican este sistema.

2.5.1- Producción de la alfalfa en la Comarca Lagunera

En la Comarca Lagunera a principios de los años noventa se cultivaban aproximadamente 22,000 ha de alfalfa y, para el 2006 45,000 ha, para alimentar más de 400 mil cabezas de ganado lechero de la región (SAGARPA, 2006). Este número de ganado demanda constantemente gran cantidad de alimento siendo la alfalfa el cultivo más idóneo para esto, debido a sus características nutricionales y a los factores clima y suelo de la región de la Comarca Lagunera.

La superficie sembrada de alfalfa verde en el ciclo 2018-2019 fue de 6,336 Ha por riego de gravedad y de 32,715 Ha por bombeo, las cuales se cosecharon en su

totalidad, con una superficie total de 39051 Ha y una producción total de 3,506,401 Ton y valor neto de 2,346,249,233 pesos. (SADER, 2019)

2.6.- Principales variedades de alfalfa en zonas áridas y semi áridas de México

Relacionado con las características técnicas; hay una serie de documentos que nos permiten conocer las mejores recomendaciones técnicas para que éste cultivo sea productivo y logre una rentabilidad en beneficio de los productores; y sobre ese particular (Hernández R. P. y Cuéllar V. E. 2015) establece que las variedades recomendadas para la Comarca Lagunera son Cuf-101, El camino, SW-14, Excelente, NK 819, Mesa Sirsa, Suprema, Cóndor, Atoyac, San Miguelito y Moapa 69.

2.6.1.- Ventajas de las variedades de alfalfa en zonas áridas y semi áridas de México

Como mencionan Kelling y Schmitt., (2003). En este tipo de ambientes de baja precipitación pluvial y temperatura cálida, la alfalfa fija menos N atmosférico en los tratamientos con abono orgánico de origen animal, lo que coadyuva a un mejor aprovechamiento de los demás nutrimentos del abono sin riesgo de contaminación por exceso o lixiviación del N (Martin E. C, 2006), aunado a incrementos en el rendimiento del cultivo, especialmente utilizando dosis moderadas de este tipo de abonos.

En los agostaderos áridos y semiáridos, las arbustivas forrajeras constituyen una opción para mejorar el estado nutricional de los animales durante la época crítica (Urrutia M. J., 2007).

La alfalfa es el cultivo forrajero que más energía para la producción de leche por hectárea produce, fija por hectárea por año más bióxido de carbono de la

atmósfera que ningún otro cultivo o ecosistema de la zona árida de México, así mismo es el cultivo que menos fertilizantes y plaguicidas usa (Terrazas P. J .G., 2012)

2.6.2.- Desventajas de variedades de alfalfa en zonas áridas y semi áridas de México

El principal problema es la escasez de agua derivada de la sobreexplotación de agua subterránea para el riego de este cultivo y otros forrajes, así como de la demanda de la lámina de riego anual de este cultivo, la cual varía entre 2.4 a 2.7 m.

A nivel nacional el 10 % de la superficie total irrigada es la que se encuentra equipada con riego presurizado, mientras que en esta región sólo el 1.0 % se riega con estos sistemas.

Otro problema grave de manejo de alfalfa se refiere a los requerimientos nutrimentales de esta especie (Vazquez-Vazquez et al., 2010).

Terrazas P. J .G., (2012) Entre las desventajas de la alfalfa está la alta demanda de agua de riego para una adecuada producción, y el gasto de combustible por sus cosechas múltiples.

2.7.- Importancia de la variedad Excellent Plus

ABT (2018): Variedad que lleva en el mercado varios años gracias a su buena adaptación a diferentes suelos y condiciones climáticas y por su alta retención de hoja para obtener pacas de gran calidad:

- Alfalfa adaptable a climas con inviernos benignos donde desarrolla su máximo potencial de producción en cortes frecuentes
- Dormancia 10, La característica de dormancia en la alfalfa consiste en la capacidad que tiene la planta para disminuir o detener su crecimiento

conforme bajan las temperaturas y los días se acortan. La escala de dormancia para las variedades de alfalfa va del 1 al 10 siendo aquellas con categorías de 7, 8, 9 y 10 las menos dormantes. (Zapata M.A.M.)

- Rebrote rápido lo que permite acortar los días entre cortes
- Muy buena adaptación a diferentes suelos y condiciones climáticas
- Excelente variedad de alto rendimiento

2.8.- Efecto del cultivo de la alfalfa en el suelo

Racca R citada por Peticari A., *et al* (2001) Las especies que integran la familia de las leguminosas, entre ellas alfalfa, tienen una gran avidez por nitrógeno (N) Este elemento fundamental para el desarrollo de las plantas e integrante indispensable en la formación de proteínas es escaso en determinados suelos. Muchas especies de leguminosas, para obtener N, encontraron que asociándose con determinados microorganismos del suelo, podrían alcanzar este objetivo. Con la evolución se perfeccionó el intercambio creando un sistema, denominado simbiosis, donde los beneficios son mutuos. Como resultado del trueque se crea un nuevo órgano en las raíces de conocido como nódulo.

Gran parte de estas asociaciones simbióticas tiene interés para la Agricultura. (Fernández-Pascual *et al.* 2002)

Es a partir y dentro de este órgano de donde se obtiene el N tan codiciado por la leguminosa.

En los nódulos se transforma el nitrógeno atmosférico (N₂) a nitrógeno mineral (NH₃) por acción de la enzima nitrogenasa, nutriendo a la planta con el nitrógeno necesario para su síntesis proteica. (Urzúa H., 2005)

La fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) es el proceso por el cual algunos microorganismos utilizan el nitrógeno contenido en el aire, reduciéndolo a amoníaco

a través de una enzima llamada nitrogenasa para la producción de proteínas. (Paredes M. C., 2013)

La eficiencia del proceso de la FBN depende de factores genéticos de los microorganismos y de la leguminosa, así como de la interacción de estos con otros factores ambientales tales como la acidez del suelo, disponibilidad de agua, temperatura, disponibilidad. (Morón, 2000)

2.8.1.- Efecto de los residuos de la alfalfa en el suelo

La alfalfa obtiene el nitrógeno mediante su relación simbiótica con el Rizobium. Los excedentes quedan en el suelo y la cantidad fijada depende del número de plantas que tiene la pastura (Duarte G., 2016).

R. CAMPILLO R. *et al* (2003) La fijación biológica de nitrógeno (FBN) en las leguminosas contribuye significativamente a la nutrición nitrogenada y productividad de las praderas.

Diversos microorganismos transforman el nitrógeno atmosférico o mineral orgánico, facilitando así su aprovechamiento por para de los demás seres vivos. Se calcula que en un tercio de sus necesidades, 140 millones de toneladas de nitrógeno se obtienen para la actividad simbiótica de los microorganismos con las plantas. Correspondiendo al 80% de dicha actividad a las leguminosas (Clavijo & Cadena., 2011).

Las leguminosas son importantes en los sistemas productivos debido a la capacidad de aportar nitrógeno atmosférico es de especial importancia porque produce el 50% de 175 millones de toneladas de fijación biológica de nitrógeno total en todo el mundo, asociación que contribuye entre 1/3 y un 1/2 del nitrógeno fijado de la atmósfera. (Limaco, C., & del Pilar, C. 2015)

2.9.- Origen

El origen de la alfalfa está en la zona del Cáucaso, Turquestán, pasando a la Mesopotamia (hoy Irán) y Siberia. En excavaciones arqueológicas se encontraron rastros que indicaban que hacía más de 3.300 años ya se utilizaba como alimento para el ganado. Tras llegar a Grecia, desde su lugar de origen, la alfalfa fue llevada a Italia, no solo como forrajera sino también como mejoradora de suelos. La alfalfa fue difundida en varias regiones y valles italianos (como Lucerna de Italia), luego en Suiza (donde se la conoce como lucerne), España, Francia y posteriormente en el resto de Europa. Recién en el siglo XVI fue introducida nuevamente en Italia y desde allí se distribuyó al resto de Europa, Sudáfrica y Australia. La llegada de la alfalfa al continente americano se produce en el año 1519, en México. (Todoalfalfa, 2014)

Por la ruta del Pacífico ingresó a Perú y a Chile y posteriormente a Argentina por vía terrestre. En Argentina se cultivó en primer lugar en la región cuyana, luego en la provincia de Córdoba y finalmente en el resto de la región pampeana. Se difundió rápidamente en el territorio argentino a fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX (Sebastián, 2015).

2.2 Clasificación taxonómica de la alfalfa

REINO : Plantae

DIVISIÓN : Magnoliophyta

CLASE : Magnoliopsida

ORDEN : Fabales

FAMILIA : Fabaceae

GÉNERO : Medicago L.

ESPECIE : sativa L.

(C. von Linné)

2.10.- Características Morfológicas de la alfalfa

2.10.1.- Planta

La alfalfa es una leguminosa herbácea perenne muy extendida. Sus flores pueden ser de varios tonos de púrpura o amarillas y hay algunos en que son blancas; se forman en racimos abiertos. Las vainas son retorcidas y tienen de una a cinco espirales. Cada vaina lleva varias semillas en forma arriñonada. Las hojas, dispuestas alternativamente sobre el tallo, son pinadas y trifoliadas. El sistema radicular tiene una raíz principal bien definida, que puede penetrar en el suelo hasta una profundidad de 7.5 a 9 mts. o más. Los tallos erectos, suelen alcanzar una altura de 60 a 90 cm. puede haber de 5 a 25 tallos o más tallos por planta, que nacen de una corona leñosa (H.D. HUGHES et al, 1984).

Existe una gran cantidad de clasificaciones para describir la fenología y la evolución del desarrollo morfológico de las plantas de alfalfa. La utilidad de definir estos estadios de madurez reside en la definición de prácticas de manejo apropiadas para el cultivo (*Basigalup, 2007*).

2.10.2.- Raíz

En general, el sistema radical de la alfalfa es robusto y profundo. (Odorizzi, A., *et al*, 2008) Además penetra más que ninguna otra herbácea cultivada. Las plantas nuevas desarrollan una raíz principal pivotante que penetra rápidamente, y llega hasta la capa freática o roca madre a grandes profundidades. En la parte superior

de la raíz, inmediatamente por debajo de la superficie del suelo se desarrolla una estructura que se denomina corona (Figura 1). En la misma se encuentran las yemas que formarán el rebrote basal, emitiendo tallos principales que son responsables junto a los secundarios, del rebrote de la planta. (Rebuffo, A. M. M. 2005). Se ha estimado que una sola planta de un año, ocupa un volumen de suelo de 90 cm. De diámetro y 2 mts. De profundidad. Para el segundo año puede penetrar de 7.5 a 9 mts. O más, y la raíz principal con un diámetro de 2 a 3 cm. Desarrollan unas pocas raíces secundarias en los primeros centímetros del suelo, pero estas raíces, en vez de extenderse lateralmente, penetran a mayor profundidad, siguiendo un curso paralelo a la raíz principal. Las raíces secundarias son limitadas en número, siendo la raíz principal la más importante del sistema radicular.

2.10.3.- Hojas

Las primeras hojas verdaderas después de los cotiledones son unifoliadas. Posteriormente, las hojas normales son trifoliadas, pecioladas, con folíolos peciolados, particularmente el central. Los folíolos adoptan distintas formas más o menos oblongos y ovalado-oblongos, dentados hacia sus ápices con escasas estipulas en forma de lezna adherida al pecíolo. El pecíolo es a modo de un pequeño tallo que une al raquis al resto de la planta. Los folíolos son como pequeñas hojas, el conjunto de las cuales forman la hoja propiamente dicha. El haz o cara superior de los folíolos suelen ser de un verde más intenso que el envés o cara inferior, generalmente más pubescente y con marcadas nerviaciones (Morua, 1997).

2.10.4.- Tallo

Tiene tallos herbáceos, delgados, erectos y muy ramificados de 60 a 90 cm. En la germinación el primer tallo nace entre los cotiledones. En las axilas de los cotiledones, o cuando estos desaparecen de las hojas inferiores, se producen yemas que posteriormente dan origen a nuevos tallos. Nuevos tallos vienen a

desarrollarse a la salida del verano, mientras que los tallos viejos se lignifican, endurecen y mueren. Lo mismo ocurre después de cada siega o pase de ganado. Todos estos tallos viejos o nuevos forman un conjunto que recibe el nombre de corona, fracción fundamental de la planta de alfalfa. Las variedades adaptadas a climas cálidos presentan típicamente coronas sobre la superficie del suelo; no así en climas fríos, donde la corona aparece bien por debajo de dicho nivel. Puede haber de 5 a 25 o más tallos.

2.10.5.-características de la flor de alfalfa

Las flores van reunidas en racimos axilares de distinto tamaño y densidad. La primera inflorescencia se sitúa en el nudo catorce. Tienen color violeta con distintas tonalidades que van del azul pálido al morado oscuro. Sin embargo otras especies de medicago presentan flores color amarillo y los híbridos tienen flores vareadas que suelen ser violetas cuando están en capullo, verdes al abrirse y, finalmente, amarillas o casi blancas al madurar. En cuanto a la conformación de la flor presenta un gran estandarte con dos alas mayores que la quilla. Los estambres, diadelfos, forman por un lado un paquete de nueve estambres, reunidos en un tubo estaminal que envuelve el estilo y estigma. Las alas poseen a ambos lados una especie de ganchos que obligan al conjunto de estambres y pistilo a permanecer dentro de la quilla.

2.10.6.- Semilla

Las semillas son ovaladas o de aspecto de riñón y combada en varias formas; con una cicatriz en una depresión ancha cerca de un extremo en las semillas ovaladas o en una incisión bien definida, cerca de la mitad en las semillas de forma de riñón; su color es amarillo verdoso a café claro y con longitud de 1.5 mm o más. (Robles Sánchez, R., 1985).

2.11.- importancia del forraje seco de la alfalfa para la nutrición animal

Ensilado.

Es un método de conservación de forrajes por medios biológicos, siendo muy adecuado en regiones húmedas, cuya principal ventaja es la reducción de pérdidas tanto en siega como en almacenamiento. El ensilado es material producido por la fermentación controlada de un forraje con alto contenido de humedad y suficiente carbohidratos solubles. En este proceso de conservación, la fermentación es controlada por la formación de ácidos orgánicos producidos por las bacterias anaeróbicas que actúan sobre los carbohidratos solubles del forraje fresco o directamente por la adición de ácidos o preservativos (Alvarado et al., 1974). La posibilidad de ensilar la alfalfa facilita la conservación de los primeros y últimos cortes (realizados durante la primavera y a principios de otoño), los cuales son más difíciles de henificar, ya que la probabilidad de lluvias durante este periodo se incrementa. Para conseguir un ensilado de calidad, el forraje debe contener un elevado porcentaje en materia seca (30-40%), debiendo estar bien troceado para conseguir un buen apisonamiento en el silo.

Henificado.

El sistema más común para conservar la alfalfa es el heno, obteniéndose un producto nutritivo y apetitoso. El uso de la alfalfa como heno es característico de regiones con elevadas horas de radiación solar, escasas precipitaciones y elevadas temperaturas durante el periodo productivo.

Son muchos y de muy diferentes características los cultivos forrajeros que pueden someterse a su henificación, para ser aprovechados en forma diferida, como fuente de alimentación para el ganado. Pero a pesar de esas diferencias tan marcadas, todos deben reunir propiedades comunes a la hora de ser destinados a heno, a saber:

- 1 – Deben dar una producción de heno por hectárea tal, que justifique económicamente su corte
- 2 – El momento adecuado de su corte, en cuanto a cantidad y calidad, debe coincidir con una época del año en la que se den condiciones de secado rápido
- 3 – Que el material cortado y henificado tenga un valor nutritivo que aseguren su utilidad como alimento animal
- 4 – El material una vez cortado, debe ser de secado rápido, ya que la velocidad de pérdida de humedad para alcanzar el 20-25 % apto para ser henificado, es proporcional a las pérdidas en cantidad y calidad del heno. Entre las especies aptas para su henificación, se encuentra la alfalfa. Y en este caso es preciso determinar cuál es el estado vegetativo más adecuado para efectuar el corte. En este contexto, inmediatamente surge el ya conocido y divulgado axioma que dice: “el momento óptimo de corte para un alfalfar destinado a henificación, es cuando el cultivo se encuentra con el 10% de flores abiertas “. (Gallarino E.)

2.12-importancia del forraje en verde de la alfalfa para la nutrición animal

Escamilla, (1986) Se trata de elementos acuosos que contienen del 70 al 90 por ciento de agua, exceptuando los desecados; y ofrece efectos laxantes sobre la función digestiva. El forraje verde es muy apetecido por los animales y en forma de raciones nutritivas digestibles que contienen minerales y proteínas. Su uso permite abaratar los costos. Puede utilizarse también en pastoreo. La alfalfa en verde constituye una excelente forma de utilización por su buena calidad e ingestibilidad, pero conlleva gastos importantes tanto en mecanización como en mano de obra. Al contrario sucede con el pastoreo directo, pues constituye la forma más económica de aprovechamiento de una pradera, junto al pastoreo rotacional.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.- Ubicación geográfica del trabajo experimental

El presente experimento se realizó en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Torreón Coahuila con su respectiva coordenada de longitud $103^{\circ} 25' 57''$ Oeste del meridiano de Greenwich y $25^{\circ} 31' 11''$ de latitud Norte con una altura de 1,123 msnm.

3.2.- Condiciones experimentales

El experimento se realizó en condiciones medio ambientales de octubre de 2018 al invierno y primavera de 2019, con tres riegos antes del primer corte y fertilizantes, con una preparación de suelo previa a la siembra barbecho y rastreo.

3.3.- Material genético

Para el material genético se utilizó semilla de la variedad Excellent Plus

3.4.- Preparación del suelo:

La preparación del suelo se realizó una rastra de 20 cm de profundidad el día 24 de septiembre de 2018, en un terreno de 7.5 m de ancho y 30 m de largo

3.5.-Siembra

Para la siembra de la alfalfa (*Medicago Sativa*) se utilizó el método de siembra al boleo, con espacios entre líneas de 15 cm. La variedad utilizada fue Excellent Plus, la densidad de semilla es de 20 kg por ha y la fecha de siembra fue el 1 de noviembre de 2018 y esta se realizó en suelo seco.

3.6.- Labores culturales

Solamente se hicieron deshierbes

3.6.1.-Deshierbe

Se realizaron tres deshierbes antes del primer corte los cuales fueron el 6, 18, y 26 de noviembre de 2018

3.6.2.-Riego

El sistema de riego que se utilizó en el cultivo fue por gravedad. Se aplicó el primer riego de auxilio se aplicó el 7 de octubre, el segundo y tercer riego se aplicaron el 15 y 28 de noviembre de 2018 con una lámina de 15 cm.

3.6.3.-Fertilización

Para la determinación de las dosis de fertilización se realizó un análisis de suelo en el área de estudio para determinar la concentración de nutrimentos y las características físicas y químicas del suelo. Para completar la dosis de fertilización de cada tratamiento se utilizaron fertilizantes orgánicos e inorgánicos.

tratamientos	vermicomposta kg m ²	lixiviado de vermicomposta L m ²	Fertilizante sintético MAP kg m ²	Sulfato de magnesio kg m ²	Solución nutritiva mineralizada L m ²
1	0.5	0	0	0	0
2	0	0.5	0	0	0
3	0	0	1.2	0	0
4	0	0	0	1.5	0
5	0	0	0		0.33
Testigo	0	0	0	0	0

Cuadro 1. Dosis de fertilización de los tratamientos

3.7.-Cosecha

Se realizó la cosecha cuando el cultivo presento el 10% de floración, se evaluaron dos cortes y para determinar las respuestas a los fertilizantes se evaluara el contenido de materia seca (ms) y proteína.

3.8.-Variables evaluadas

Se determinó el porcentaje de materia seca (ms), proteína cruda (pc), producción de forraje verde por metro cuadrado y contenido de nitrógeno (N).

3.9.-Procedimiento y diseño experimental

Mediante un diseño de experimentos con bloque al azar (Rocha y Avila; 2017) se evaluarán 6 tratamientos de fertilización con 5 repeticiones cada uno; con arreglo de parcelas de 1.5m x 5m para una superficie de 7.5m² en el campo experimental San Antonio de los Bravos ubicado en Torreón Coahuila con su respectiva coordenada de longitud 103° 25' 57" Oeste del meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud Norte con una altura de 1,123 msnm.

A= Fertilización con vermicomposta a razón de 0.5 Kg/m²
B= Lixiviado de vermicomposta a razón de 0.5 Lts./m²
C= Fertilizante sintético MAP de razón de 1.2 Kg./7.5m²
D=Sulfato de magnesio a razón de 1.5Kg./7.5m²
E= Solución nutritiva mineralizada a razón de 5 Lts por cada 7.5m² y
F= Testigo

Cuadro 2. Definición de los tratamientos

El análisis bromatológico y de mineralización se realizó con el método AGROLAB®

3.10.-Análisis estadísticos

El análisis de varianza por medio del software de Olivares FAUANL v. 2012. Para una significancia del 5%. Se espera que haya diferencia estadística significativa en los rendimientos de ms, pc y forraje verde/m² para la alfalfa fertilizada con fuentes orgánicas e inorgánicas.

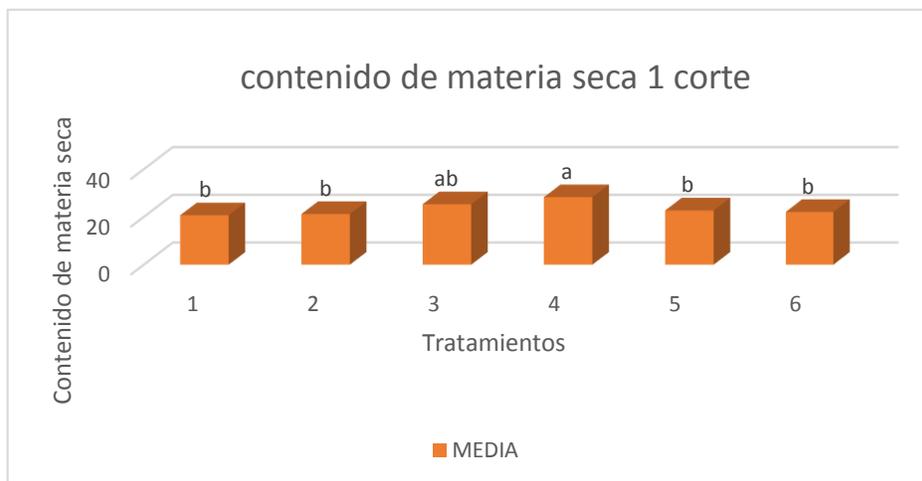
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el análisis de varianza de porcentaje de materia seca que se representa en el Cuadro 3, se observa que la F calculada es mayor que la F tabulada por lo que si hay diferencia significativa estadística ya que la F calculada resulto 2.792 y la F tabulada es de 2.71 con un α de 0.05; por lo tanto el tratamiento del fertilizante sulfato de magnesio presento una mejor respuesta respecto a los demás tratamientos.

FV	GL	SC	CM	Fc	SIG
TRATAMIENTOS	5	209.45	41.89	2.792	0.045
BLOQUES	4	54.35	13.588	0.906	0.48
ERROR	20	300.102	15.005		
TOTAL	29	563.902	F _{Ct} =2.792 > F _t = 2.71		

Cuadro 3. Análisis de varianza ANOVA para el % de materia seca primer corte

En el cuadro 4 se observa una diferencia en el tratamiento 4 (sulfato de magnesio) en comparación a los demás tratamientos, siendo este tratamiento un fertilizante inorgánico, el cual tiene una mejor respuesta respecto a los demás tratamientos.



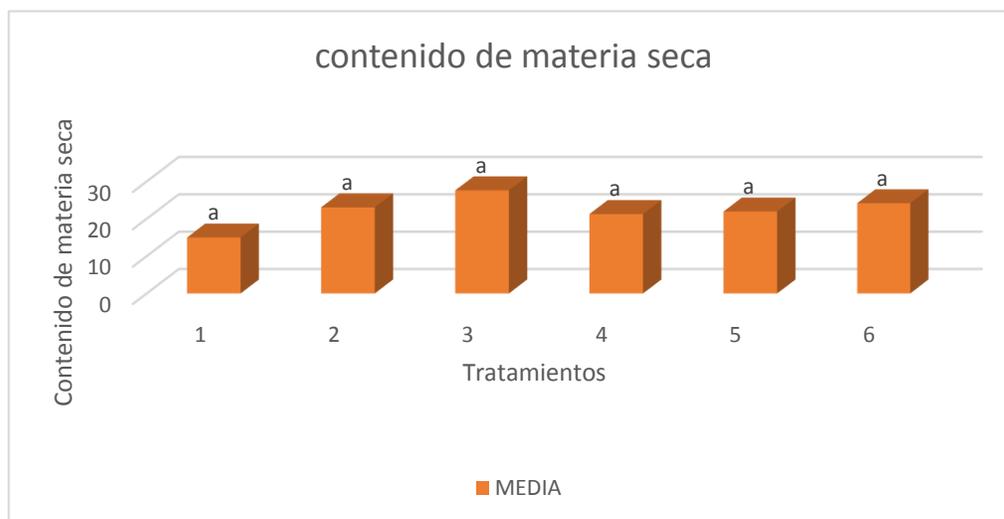
Cuadro 4. Grafica de contenido de materia seca primer corte

En el análisis de varianza de porcentaje de materia que se representa en la Cuadro 5, se observa que la F calculada es menor que la F tabulada por lo que no hay diferencia significativa estadística ya que la F calculada resulto 0.998 y la F tabulada es de 2.71 el cual se comparó con un α de 0.05; esto implica que el efecto de los fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos se comportaron de manera similar.

FV	GL	SC	CM	Fc	SIG
TRATAMIENTOS	5	434.55	86.91	0.998	0.444
BLOQUES	4	852.934	213.234	2.449	0.08
ERROR	20	1741.579	87.079		
TOTAL	29	3029.064		F _{Ct} = 0.998 < F _t = 2.71	

Cuadro 5. Análisis de varianza ANOVA para él % de materia seca cuarto corte

En el cuadro 6 se observa que; pese a que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, el contenido de materia seca es mayor en el tratamiento 3 (MAP) respecto a los demás tratamientos.



Cuadro 6. Grafica de contenido de materia seca cuarto corte

En el análisis de varianza de contenido de nitrógeno que se representa en la Cuadro 7, se observa que la F calculada es menor que la F tabulada por lo que no hay diferencia significativa estadística ya que la F calculada resulto 1.105 y la F tabulada es de 2.71 el cual se comparó con un α de 0.05; esto implica que el efecto de los fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos se comportaron de manera similar.

FV	GL	SC	CM	Fc	SIG
TRATAMIENTOS	5	0.191	0.038	1.105	0.389
BLOQUES	4	0.267	0.067	1.934	0.144
ERROR	20	0.69	0.034		
TOTAL	29	1.147	Fct= 1.105 < Ft= 2.71		

Cuadro 7. Análisis de varianza ANOVA para el % de nitrógeno

De acuerdo a lo observado en el cuadro 8 se interpreta que; el tratamiento 1 (vermicomposta) presenta un mayor contenido de nitrógeno (N) en comparación a los demás tratamientos de fertilizantes, siendo este un fertilizante orgánico.



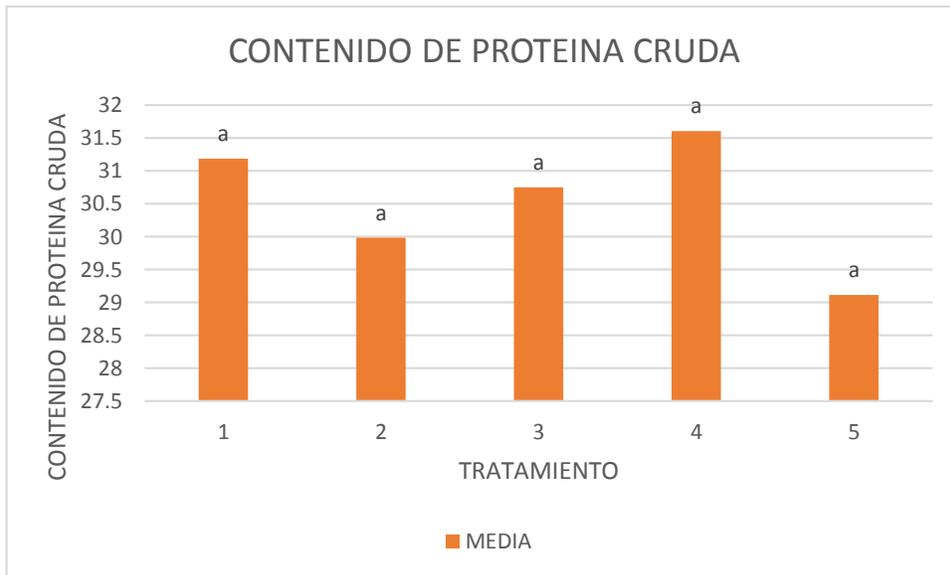
Cuadro 8. Grafica de contenido de nitrógeno

En el análisis de varianza (ANOVA) de contenido de proteína cruda que se representa en la Cuadro 9, se observa que la F calculada es menor que la F tabulada por lo que no hay diferencia significativa estadística ya que la F calculada resulto 1.157 y la F tabulada es de 3.84 el cual se comparó con un α de 0.05; esto implica que el efecto de los fertilizantes tanto orgánicos como inorgánicos se comportaron de manera similar.

% PROTEINA CRUDA					
FV	GL	SC	CM	Fc	SIG
TRATAMIENTOS	4	11.812	2.953	1.157	0.397
BLOQUES	2	4.425	2.212	0.867	0.456
ERROR	8	20.42	2.552		
TOTAL	14	36.656	FC= 1.157 < Ft=3.84		

Cuadro 9. Análisis de varianza ANOVA para el % de proteína cruda

En el cuadro 10 en base a lo observado; a pesar de que no hay diferencia significativa entre los diferentes tratamientos de fertilizantes, se presenta una mayor concentración de proteína cruda en el tratamiento 4 (Sulfato de magnesio).



Cuadro 10. Grafica de contenido de proteína cruda

V. CONCLUSIÓN

En el trabajo que se llevó a cabo se presentaron resultados parcialmente satisfactorios, en cuanto a contenido de materia seca se obtuvo una diferencia significativa en el fertilizante de Sulfato de Magnesio (28.28%) respecto a los fertilizantes orgánicos, pero a pesar de esto en el corte posterior ya no se presentó este comportamiento, siendo todos los tratamientos similares. Con respecto al contenido de nitrógeno y proteína cruda no se presentó una diferencia significativa, a pesar de esto las mayores concentraciones de estas se presentaron en la vermicomposta, en contenido de nitrógeno (5%), siendo el mayor y proteína cruda (31.187%) presentando así la mejor respuesta de los tratamientos orgánicos, lo que lleva a rechazar la hipótesis, ya que los tratamientos no presentaron diferencia significativa entre ellos; más sin embargo los objetivos de comparación planteados fueron cumplidos, obteniendo que en este trabajo la fertilización orgánica e inorgánica presentan resultados de comportamiento similar.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Agro Bio Tech (ABT), Alfalfa Excelente Plus, 2018. (EN LINEA): <http://www.agribiotech.com.mx/excelente-plus/> fecha de consulta 20 de noviembre de 2018.
2. Alvarado, S. D., V. E. Riquelme y V. M. Briceño de la Hoz. 1974. Evaluación del Proceso de Ensilaje de Maíz y Alfalfa y Su Evaluación Invitro. Revista Chapingo No. 19.
3. Améndola M.R.D, Castillo G.E, Martínez H.P.A. 2005. Pasturas y cultivos forrajeros. Organización para la Alimentación y la Agricultura [en línea]: <http://www.fao.org>. Consultado 16 sep, 2018.
4. Barnes, D. K. 1980. Alfalfa. *Hybridization of crop plants*, Pp: 177-187.
5. Basigalup, D.H. 2007. El Cultivo de la Alfalfa en la Argentina. 8 ed. INTA, buenos aires, argentina. P 479.
6. Bouton J. H., 2001. Alfalfa In Proceedings of the XIX International Grassland Congress Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. Pp 545-547.
7. Buxton D. R., D. R. Mertens and D. S. Fisher., 1996. Forage quality and ruminant utilization. In: Cool season Grasses Agronomy Monograph. American Society of agronomy. Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Madison, El. Pp: 229-266
8. C. von Linné Descripción original de la especie *Medicago sativa*. Species Plantarum, Volumen 2
9. Cadena V. S. 2009. Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L) Tesis. Maestría en respuesta a diferentes frecuencias de cosecha. Montecillo, Texcoco, Estado de México, Colegio de Postgraduados 63.

10. Campillo R. R., 2003. ESTIMACIÓN DE LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO EN LEGUMINOSAS FORRAJERAS MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL N. AGRICULTURA TÉCNICA (CHILE) 63(2):169-179 (ABRIL-JUNIO 2003)
11. Cancio H., 2016. Cultivo de la alfalfa, estación experimental agropecuaria Alto Valle. INTA ediciones. Allen, Río Negro, Argentina
12. Castillo A. R., Kloster A. M., Latimori N. J. y Ustarroz E., 1991. Factores que afectan la ganancia de peso de novillos sobres pasturas de calidad durante el otoño. Información para extensión N°1. EE Marcos Juarez, INTA, 9 p.
13. Chalupa W. 1995. Requerimiento de forrajes de vacas lecheras. In: I Ciclo Internacional de conferencias sobre Nutricion y Manejo. Grupo LALA. Gomez Palacio, Durango. Pp: 19-28
14. Clavijo V., E., y P. C. Cadena C. 2011. Producción y calidad nutricional de la alfalfa (Medicago sativa) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos. Tesis. Licenciatura. Universidad de la Salle Facultad de Ciencias Agropecuarias. Bogotá D.C. 35 p.
15. Cubero D. y Vieira M.J. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos; ¿son compatibles con la agricultura? Memorias del XI congreso Nacional Agronómicos / III congreso nacional de suelos 1999. San José. Costa Rica.
16. Duarte G., 2016. Fertilización de la alfalfa. En línea : www.fertilizando.com consultado el 18 de noviembre de 2018.
17. Felix-Herrán J.A, Sañudo- Torres R.R., Rojo –Martinez G. E. y Olalde-Portugal V. 2008. importancia de los abonos organicos, Ensayo en Raximbai, enero- abril 2008, México.
18. Fernández-Pascual, M., María, N. D., & Felipe, M. (2002). Fijación biológica del nitrógeno: factores limitantes.

19. Flores R.J.L., Torres R.J., Vazquez C.J.M., Brito C.J.E., Moreno T.M., Quiñones A.M., 2008. Producción, productividad y rentabilidad de la alfalfa (*Medicago Sativa*) irrigada por bombeo en la laguna de 1990 a 2005, Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 7, 145-150. México
20. Gallarino H. E., HENO DE ALFALFA, conceptos generales de manejo, departamento Técnico y Comercial de PALO VERDE Semillas S. R. L
21. Godoy A. C., Perez G. A., Torres E. C. A., Hermosillo L. J. y Reyes J. L. Uso de agua producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. *Agrociencia* 2003; 37(2): 107-115.
22. Hanson CH. 1972. Alfalfa. Science and Technology. American Society of Agronomy. Inc. Number 15. Serie Agronomy:812-815.
23. Hernandez R.P. y Cuellar V.E. 2015, Agenda técnica agrícola de Coahuila, segunda edición. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural y pesca y alimentación. México
24. Hughes, H. D., M. E. Heath, D. S. Metcalfe. 1976. Forrajes. Sexta Reimpresión. Cia. Editorial Continental. México.
25. Juncafresca, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2ª (Ed.). Editorial Aedos Barcelona, España. 203 p
26. Limaco, C., & del Pilar, C. 2015. Influencia del arsénico y boro sobre la fijación biológica de nitrógeno entre *Sinorhizobium meliloti* y *Medicago sativa* (alfalfa) in vitro.
27. Macías C., U., L. Avendaño R., R. Vicente P., F.D. Álvarez V., A. Correa C., H. González R., S. A. Soto N., & M. Mellado. 2015. Crecimiento y características de la canal de corderos finalizados con clorhidrato de zilpaterol en pastoreo de alfalfa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 7(2):243-252.

28. Morón, A., & La Estanzuela, S. S. I. 2000. Alfalfa: Fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay. *Informaciones Agronómicas del cono sur*, 8, 1-6.
29. Morua Ruiz, N. A., 1997. La Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Sus Principales Plagas y Enfermedades. Monografía, UAAAN
30. Odorizzi, A., Basigalup, D., Arolfo, V., & Balzarini, M. 2008. Análisis de la variabilidad de caracteres de raíz en poblaciones de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con alto número de raíces laterales. *Agriscientia*, 25(2).
31. Ortega J. L. S., 1952. LA ALFALFA. Hojas divulgadoras. Madrid, España. Número 22-52, noviembre 1952.
32. Pantaleon A. H. C. y Gonzales C. P., 2016. INSTALACIÓN Y MANEJO DE LA ALFALFA EN ZONAS ALTOANDINAS. Editorial caritas de Perú., Primera edición, setiembre de 2016 Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-12528
33. Paredes, M. C. 2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas.
34. Pozo Ibáñez, M. Del. 1977. La Alfalfa Su Cultivo y Aprovechamiento. 2ª. Edición Madrid Mundi-Prensa. Madrid, España
35. Quiroga G.H.M., J.A. Cuto W., V. Nava C.E.,Castro M. y L.E. Moreno. 1991, Guía para el cultivo de la alfalfa en La Comarca Lagunera. SARH-INIFAP-CIFAP-Comarca Lagunera.Folleto para productores. 2:1-16
36. Racca, R; Collino, D; Dardanelli, J; Basigalup, D; Gonzáles, N; Brenzoni, E; Hein, N. Y M. Balzarini. 2001. Contribución de la fijación biológica de nitrógeno a la nutrición nitrogenada de alfalfa en la región pampeana. Ediciones INTA 56 pág,
37. Rebuffo, A. M. M. 2005. Alfalfa: principios de manejo del pastoreo. *Revista INIA-Nº*, 5, 2.

38. Rivas J. M. A., C. López C., Hernández G. A. y Pérez P. J. 2003. Plan de Manejo Óptimo de Cosecha de la Alfalfa. Primer encuentro de Investigación y transferencia de tecnología del Sector Agropecuario en el Estado de Puebla. Memorias. 7 y 8 de Abril de 2003. Puebla, Puebla
39. Rivas J. M. A., C. López, Hernández G. A. Y J. Pérez P., 2005. Efectos de tres regímenes de cosecha en el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa (*Medicago sativa L.*) Técnica pecuaria en México 43(1):79
40. Robles S, R. 1985. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa. México D. F.
41. Rocha-Valdez J.L. y Ávila-Cisneros R. 2017. Bioestadística aplicada a la medicina veterinaria e investigación pecuaria. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-639-83223-5.
42. SADER-Región Lagunera. 2019. Resumen agrícola de la región lagunera durante 2019. Resumen económico 2019 del periódico de circulación diaria El Siglo de Torreón del 31 de diciembre del 2019.
43. SAGAR. 2000. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Boletín bimestral de leche. Centro de Estadística Agropecuaria (CEA). México,
44. SAGARPA, 2009. ProMercado. Diseños de Estrategias de Mercado, Logísticas y de adecuación De Productos para la integración de la Alfalfa Mexicana en el Comercio Global de Forrajes. (En línea): http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudio_promercado/ALFALFA.pdf. Fecha de consulta 13 de noviembre de 2018.
45. SAGARPA. 2006. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Lerdo, Durango.
46. SAGARPA. 2006. Producción Agrícola en México. Centro de Estadística Agropecuaria. Servicio de información y estadística

agroalimentaria y pesquera [en línea]: <http://www.siap.gob.mx/> . Consultado 18 sep, 2018

47. Sebastián O., A. 2015. Parámetros genéticos, rendimiento y calidad forrajera en alfalfas (*Medicago sativa* L.) extremadamente sin reposo con expresión variable del carácter multifoliolado obtenidas por selección fenotípica recurrente. Tesis. Doctorado. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias de Córdoba. 167 p.

48. Todoalfalfa, 2014. ALFALFA, UN CULTIVO CON HISTORIA. Sitio Argentino de Producción Animal, 2014 (en línea): www.produccion-animal.com consultado el 10 de noviembre de 2018.

49. Urzúa, H. (2005). Beneficios de la fijación simbiótica de nitrógeno en Chile. *Cien. Inv. Agr*, 32(2), 133-150.

50. Vazquez-Vazquez C, Garcia-Hernandez J. L., Salazar-Sosa E., Murillo- Amador B., Orona- Castillo I., Zuñiga-Tarango R., Rueda-Puente E. O.,Prediado-Rangel P.,2010. RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE FORRAJE DE ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA L.*) CON DIFERENTES DOSIS DE ESTIERCOL BOVINO. *Revista mexicana de ciencia pecuaria*. 1 (4), 363-372.

51. Zapata M.A.M., Ibarra G. D.D. y Burboa F. R. C., ALFALFA. CIRNO-INIFAP. Hermosillo Sonora.