

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIAMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



**“Efecto de distintos tipos de fertilización en el contenido mineral de la alfalfa
(*Medicago sativa* L.) para nutrición animal”**

POR:

ALMA DELIA GUERRERO SALAZAR

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

**“Efecto de distintos tipos de fertilización en el contenido mineral de la alfalfa
(*Medicago sativa* L.) para nutrición animal”**

Por:


ALMA DELIA GUERRERO SALAZAR


TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



DRA. MA. GUADALUPE DE LA FUENTE
SÁLCIDO
Presidente


DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES
Vocal


MCA. RAFAEL ÁVILA CISNEROS
Vocal


DR. JUAN LEONARDO ROCHA VALDEZ
Vocal suplente


MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS

**“Efecto de distintos tipos de fertilización en el contenido mineral de la alfalfa
(*Medicago sativa* L.) para nutrición animal”**

Por:

ALMA DELIA GUERRERO SALAZAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES
Asesor Principal



MCA. RAFAEL ÁVILA CISNEROS

Coasesor



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS

Coasesor



MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Junio 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios. Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobretodo felicidad.

A mi tío Diego Sánchez Cortés. Por haberme apoyado y estar ahí cuando más lo he necesitado por ser un padre para mí.

A mi Mamá. Por estar siempre cuando la he necesitado por apoyarme en realizar mí sueño.

A mi Padre. Por su apoyo e impulsarme a seguir adelante.

A mis Hermanos. Diego Armando Salazar Gutiérrez, Julián Guerrero Salazar y Arturo Guerrero Salazar, por ser parte importante en mi vida por darme motivos para siempre salir adelante, por ese amor que siempre me han brindado.

A Mayra del Carmen Amaya Díaz. Por ser mi mejor amiga y compañera de prácticas, y por haberme tenido la paciencia necesaria y por motivarme a seguir adelante en los momentos de desesperación y que a pesar de que no fue fácil después de este largo camino que iniciamos juntos seguimos siendo muy buenas amigas.

A la Familia Amaya Díaz. Por haberme abierto las puertas de su casa, por brindarme una familia a la cual contar sin importar la hora o la circunstancia, por brindarme un amor de hogar para no sentirme sola lejos de mi familia, por

hacerme sentir que aunque este lejos de mi familia no estoy sola tengo otra familia que me aprecia.

Al MVZ. Miguel Aguilar. Por impulsarme a terminar mi carrera por enseñarme el valor del trabajo.

Al MVZ. Daniel Padrón Segura. Por ser un gran amigo y apoyo incondicional, por aguantarme con mi carácter, por estar conmigo en los buenos y malos momentos, por sus grandes consejos.

Al E.M.V.Z. José Luciano Tadeo Ruiz. Por apoyarme en momentos difíciles y saber comprenderme.

A mis Apreciables Amigos. Gracias por tenerme paciencia, por formar parte de mi vida en el transcurso de este largo viaje, por estar en los buenos y malos momentos.

A Mis Profesores. Que son los responsable de mi formación académica y que gracias a sus conocimientos transmitidos estoy terminando mi carrera exitosamente.

A mi ALMA TERRA MATER. Por ser una institución única a la cual llegue desde muy lejos y sin conocer me permitió formarme como profesionista, en la cual adquiriré valores, y conocimiento, te adopte como mi segundo hogar ya que en ti encontré también una segunda familia. Por ser una institución tan noble en esencia con los estudiantes que como yo, dejamos nuestro hogar para buscar un mejor futuro. Por qué en ella tuve experiencias gratas y amargas, lecciones

importantes sobre lo bueno y lo malo de la vida, por enseñarme lo que es el valor de la dignidad. Siempre estaré agradecido y orgulloso de ser egresado de la UAAAN-UL.

Al Dr. Anselmo Gonzáles Torres. Fue un pilar fundamental para este presente trabajo, que me permitió generar nuevos conocimientos y actitudes me enseñó que no hay obstáculos cuando se quiere lograr la meta deseada.

Al M.C. Rafael Ávila Cisneros, Fue otro de mis pilares para lograr esta gran meta, por ser una excelente persona, por brindarme el apoyo, el conocimiento y el tiempo necesario para lograr mi objetivo, no sólo en esta tesis sino en mi desarrollo como profesionista, por ser una persona con mucha calidad humana, gracias por compartir sus conocimientos, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho más de lo realizado en el presente trabajo.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Un agradecimiento a la Secretaria de la Educación Pública/Subsecretaria de Educación Superior Dirección General de Educación Superior Universitaria Dirección de Superación Académica Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior. Por el apoyo y financiamiento a este proyecto de investigación que finalmente llega a un producto terminando.

DEDICATORIA:

A mi tío Diego Sánchez Cortez. Dedico especialmente este trabajo a esta gran ser humano que me ha impulsado a seguir mis sueños, por ser un padre y un gran ejemplo a seguir para mí, por ser mi impulso para seguir adelante, por enseñarme que cada gran sacrificio trae con ello un gran recompensa, por cuidar cada paso que doy desde el primer día de mi llegada a este mundo, hasta este momento que voy a cumplir uno de mis más grandes sueños y todo esto es gracias a él.

A mi Mamá. Por ser el pilar de la familia por su gran fortaleza para enfrentar los problemas, por enseñarme que por más fea que se vea la situación siempre hay una salida.

A Diego Salazar Gutiérrez. Por ser el menor de mis hermanos, me ha enseñado a ver las cosas desde una perspectiva diferente para seguir con mis sueños, que no importa si la persona es pequeña o grande si de lo propone lograra lo que desee.

A Julián Guerrero Salazar. Siendo mi cuarto hermano me ha enseñado el valor de la perseverancia, la tolerancia y me ha brindado todo su apoyo incondicional, siendo el menor que yo me ha enseñado mucho a esto conmigo en los dos últimos semestres de mi carrera, apoyándome como nunca dándome ánimos.

A Arturo Guerrero Salazar y a su esposa. Siendo mi hermano mayor me ha enseñado que si se quiere se puede, por darme una linda sobrina que es la alegría de la familia, por su apoyo en el transcurso de esta gran aventura.

Al M.C. Rafael Ávila Cisneros. Quien me motivo para realizar el presente trabajo y a quien admiro y respeto mucho.

RESUMEN

El trabajo de investigación que a continuación se presenta se realizó en el ciclo otoño - invierno del 2017 en el campo experimental de la UAAAN-UL, en Torreón Coahuila México. Bajo un diseño de experimentos del método de bloques al azar: estableciendo 6 tratamientos de fertilización con 5 repeticiones cada uno. Estos fueron de la siguiente forma: 2 fuentes orgánicas; vermicomposta y lixiviado de vermicomposta, 3 fuentes inorgánicas; Solución Mineralizada, MAP (fósforo) y Sulfato de Magnesio; y finalmente un bloque testigo en el cuál no se le aplicó ningún fertilizante. Fue un arreglo de 30 parcelas de $3 \times 10 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$ para cada uno de los bloques. Para el análisis estadístico del ANOVA se utilizó el software de Olivares de la FAUANL v.2012 para un α de 5%. Se tomó el % de los diferentes minerales obtenidos por el laboratorio que fueron Ca, P, Mg y K; La hipótesis propuesta fue que el fertilizante orgánico genere un incremento en los minerales de la alfalfa para cubrir requerimientos minerales en el animal, solo un mineral de todos los evaluados se obtuvo diferencia estadística significativa resaltando de entre los demás éste fue el Mg por lo que la hipótesis planteada se rechaza y las nuevas líneas de investigación se deben encaminar al vermicomposteo puesto que este fue el fertilizante orgánico que cubrió con excelencia la mayoría de todos los requerimientos requeridos.

Palabras clave: Alfalfa, Vermicomposta, Minerales, Lixiviado de Vermicomposta, Fertilización.

índice

AGRADECIMIENTO	i
AGRADECIMIENTO ESPECIAL	iv
DEDICATORIA:	v
RESUMEN	vi
INDICE DE CUADROS	ix
Índice de figuras	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS:.....	3
1.2. HIPÓTESIS.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen.....	4
2.2. Características.....	5
2.3. Importancia económica	6
2.4. Clasificación taxonómica.....	6
2.5. Requerimientos climáticos:	7
2.6. Valor nutricional	8
2.7. Fertilización.....	9
2.8. Características de la fertilización	9
2.9. Tipos de fertilizantes	12
2.10. Vermicomposta.....	14
2.11. Materias primas utilizadas en el vermicomposteo.....	15
2.12. Características de la vermicomposta	15
2.13. Lixiviado de vermicomposta.....	16
2.14. MAP	17
2.15. Comportamiento en le suelo del MAP	17
2.16. Sulfato de magnesio	19
2.17. Modo de accion	19
2.18. Solución nutritiva mineralizada.....	19
2.19. COMPONENTES MINERALES DE LA ALFALFA.....	21
2.20. Análisis mineral y bromatológico:.....	23
2.21. Importancia del análisis bromatológico en la alfalfa	23

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5. CONCLUSIONES	39
6. LITERATURA CITADA.....	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Clasificación taxonómica de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>).	7
Cuadro 2	Composición bromatológica de hojas y tallos de la alfalfa.	8
Cuadro 3	Clasificación, símbolo, forma adsorbida y síntoma de deficiencia de los nutrientes.	10
Cuadro 4	Formulación, concentración, índice salino e índice de acidez de los principales fertilizantes.	11
Cuadro 5	Ion acompañante, Ca, Mg, S, Cl.	12
Cuadro 6	En este cuadro se muestra cada uno de los minerales manejados en el experimento y como participan en la planta y finalmente en el animal.	21-23
Cuadro 7	Parámetros de calidad de alfalfa variedad salinera según el estado fenológico (Valores máximos y mínimos promedio).	25
Cuadro 8	Número de tratamiento, tipo de fertilizante y dosis de aplicación	26
Cuadro 9	Resultados del % de calcio en alfalfa con base a MS.	27
Cuadro 10	Análisis de varianza para el % de calcio en alfalfa con base a MS	28
Cuadro 11	Media de aritméticas en % para el calcio en alfalfa con base a Ms.	28
Cuadro 12	Resultado del % de fosforo en alfalfa con base a MS.	30
Cuadro 13	Análisis de varianza para el % de fosforo en alfalfa con base a ms.	30
Cuadro 14	Media de aritmética en % para el fosforo en alfalfa con base a Ms	31
Cuadro 15	Resultados del % de POTASIO en alfalfa con base a MS.	32
Cuadro 16	Análisis de varianza para el % de potasio en alfalfa con base a ms.	33
Cuadro 17	Media de varianza para el potasio en alfalfa con base a Ms	33
Cuadro 18	Resultados del % de magnesio en alfalfa con base a materia seca.	35
Cuadro 19	Datos generales de los % de Ca, P, Mg, K y Na.	36
Cuadro 20	Analisis de varianza (ANOVA) para los 6 tratamientos de fertilizacion y su impacto en el mineral magnesio	38
Cuadro 21	Comparación de las medias en relación al % de magnesio	38
Cuadro 22	Comparación de las medias con relación al magnesio% con significancia relativa.	39

Índice de figuras

Figura 1	De las medias de producción del % de calcio	29
Figura 2	De las media de producción del % de fosforo.	31
Figura 3	De las media de producción del % de potasio.	34
Figura 4	De las media de producción del % de magnesio.	35
Figura 5	Resultados graficos generales de las medias de los tratamientos aplicados a la alfalfa.	37

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales recursos forrajeros en el mundo es la alfalfa (*Medicago sativa L.*) ya que constituye uno de los forrajes más importantes del mundo, tanto por su enorme adaptación a diferentes climas y suelos, como por su elevada calidad forrajera. Además ésta pastura le brinda al productor ganadero, un forraje de alta calidad durante gran parte del año. Es ampliamente cultivada en todo el mundo como planeta forrajera para cualquier tipo de ganado, en América se cultiva desde la llegada de los europeos lagunas variedades tanto al nivel del mar como en los andes hasta cerca de 3,700 m.s.n.m (Núñez, 2014).

En México es uno de los principales forrajes utilizados en la ganadería por su alto contenido de proteína y de fibra altamente digestible (SAGARPA, 2009).

México cuenta con 24.6 millones de hectáreas para la agricultura, de las cuales de cultivan 21.9 millones de hectáreas con una producción de 282.8 millones de toneladas, con un valor de 944 mil millones de pesos. México ocupa el 11º lugar en producción mundial de cultivos agrícolas (SIAP,2017).

En México, en el año 2017 se sembraron 39,773 hectáreas de Alfalfa (*Medicago sativa L.*), con una producción de 3,503,798 toneladas, con un valor de producción que sumo 2,047 millones 721 mil pesos (SAGARPA, 2017).

En la región lagunera siendo la cuenca lechera más importante de México la alfalfa ocupa el 57 % (36,000 ha) de superficie sembrada (Vàsquez et al, 2010).

La fertilización es un proceso por el cual se preparara a la tierra, añadiéndola diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la

Siembra y a la plantación de semillas. La importancia fundamental de la fertilización de las tierras obedece a que los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se puede dar la nutrición de las plantas (Nuñez, 2014).

Los fertilizantes para las plantas o también conocidos como abono, son todos aquellos, materiales que aportan nutrientes útiles para la planta, pueden ser de origen orgánico o bien inorgánico. (Gavi, 2010)

La vermicomposta es una técnica de fertilización biológica que consiste en aprovechar la actividad metabólica de lombrices de tierra para producir humus con alto contenido de nutrientes (Carbajal et al, 2010).

Los lixiviados de vermicomposta son los desechos líquidos que se pueden recuperar de los canteros o cunas donde se lleva a cabo el proceso de vermicomposta (García, 2007).

El MAP es un fertilizante sólido, granulado de aplicación en suelo con una alta concentración integral de nitrógeno y fósforo (11-52-00) (Sánchez, 2005)

El $MgSO_4$ es un suplemento mineral a base de cristales (Summers, 1974).

La solución nutritiva mineralizada, es una solución de agua con fertilizantes (INTAGRI, 2017).

Los requerimientos nutricionales de la alfalfa son variables según el nivel de producción y el manejo sometido (Moreno, 2007).

Los minerales cumplen una función muy importante en el desarrollo de la planta, en la modulación y fijación biológica del nitrógeno participa el Ca, Fe, y el Mo. (Moreno, 2007). En el crecimiento y desarrollo radicular participa el Ca, K, y el Zic. (Moreno, 2007). En el crecimiento vegetativo participa el Mn, Fe, Mg y el Cu. (Moreno, 2007). Para lograr un sistema radicular extenso y profundo es importante la presencia del P, K, Ca, y del Zn (Moreno, 2007).

1.1. OBJETIVOS:

Evaluar el efecto de distintos tipos de fertilización, en el contenido mineral de la cultivo de alfalfa para la nutrición animal.

1.2. HIPÓTESIS

Utilizando el fertilizante orgánico lixiviado de vermicomposta, se obtienen los mayores contenidos minerales en la alfalfa para la nutrición animal.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Uno de los principales forrajes en el mundo es la alfalfa, ya que existen más de 33 millones de hectáreas sembradas en todos los continentes, este forraje pese un alto valor nutricional, tanto como su rentabilidad (Clavijo et al, 2011).

La mayoría de los países latinoamericanos y del mundo entero, los forrajes constituyen aproximadamente el 80% del alimento consumido por los rumiantes durante su vida productiva, en México la alfalfa es la leguminosa forrajera más utilizada para la alimentación del ganado lechero, en las regiones áridas, semiáridas y templadas. Su importancia radica en la calidad de forraje obtenido por unidad de superficie cultivada, valor nutritivo, aceptabilidad y consumo animal, ya sea en su estado fresco, heno, o ensilado (Clavijo, et al, 2011).

En México, en el año 2017 se sembraron 39,773 hectáreas con una producción de 3,503,798 toneladas, con un valor de producción que sumo 2,047 millones 721 mil pesos, este cultivo participa en el 71% del valor de la producción de forrajes (SAGARPA, 2017).

2.1. Origen

La alfalfa tiene su área de origen en Asia Menor y sur del Cáucaso, abarcando países como Turquía, Irak, Irán, Siria, Afganistán, y Pakistán. Los persas introdujeron la alfalfa en Grecia y de ahí paso a Italia en el siglo IV a.C. la gran difusión de su cultivo fue llevada a cabo por los árabes a través del norte de África, llegando a España donde se extendió a toda Europa (Infoagro, 2007).

2.2. Características

Se ha señalado que la alfalfa pertenece a la familia de las leguminosas, cuyo nombre científico es *Medicago sativa*, se trata de una planta perenne, vivaz y de porte erecto (Toapanta, 2016).

La raíz principal es pivotante, robusta y muy desarrollada (5 m de longitud) con numerosas raíces secundarias. Posee una corona que sale del terreno, de la cual emergen brotes que dan lugar a los tallos (Toapanta, 2016).

Los tallos son delgados y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por lo tanto es una planta muy adecuada el corte (Toapanta, 2016).

Las hojas son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados.

Las flores son de color azul o púrpura, con inflorescencias en racimos que nacen en las axilas de las hojas (Toapanta, 2016).

El fruto es una legumbre indehisciente sin espina que contiene entre 2 y 6 semillas, semillas amarillentas, arriñonadas y de 1.5 a 2.5 mm de longitud (Toapanta, 2016).

Por sus características bromatológicas y nutritivas, la alfalfa (*Medicago sativa*) es el principal forraje de sustento para la producción de leche en el mundo. La alfalfa ocupa el 57 % (36,000 ha) de la superficie sembrada en la región Comarca Lagunera, la cual es la cuenca lechera más importante de México (Vázquez et al 2010). Obteniendo una alta población de ganado esta a su vez demanda una alta

producción de alimentación, alrededor de 3,000, 000 toneladas de forraje verde anualmente, siendo la alfalfa la principal fuente de este insumo (Vázquez et al, 2010).

2.3. Importancia económica

La importancia del cultivo de la alfalfa va desde su interés como fuente natural de proteína, fibras, vitaminas y minerales así como su contribución paisajista y su utilidad como cultivo conservacionista de la fauna, además de la importante reducción energética que supone la fijación simbiótica del nitrógeno para el propio cultivo y para los siguientes rotaciones de cultivos de las que forma parte para evitar la erosión del suelo así como la contaminación de los mantos acuíferos. Por otra parte de acuerdo con las recientes investigaciones nos informan que por ser una especie pratinense y perenne, su cultivo aporta elementos de interés como limitador y reductor de la erosión y de ciertas plagas y enfermedades de los cultivos que le siguen en la rotación (Núñez, 2014).

2.4. Clasificación taxonómica

La alfalfa reina de las plantas forrajeras es un miembro de la familia del guisante, es una leguminosa perenne ideal para la rotación de cultivos de larga duración; tal como podemos observar en el cuadro 1 la clasificación taxonómica de la alfalfa (Núñez, 2014).

Cuadro 1: clasificación taxonómica de la alfalfa (*Medicago sativa* <http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/items>.2002).

REINO	VEGETAL
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
SUBCLASE	Rosidae
ORDEN	Fabales
FAMILIA	Leguminosae
SUBFAMILIA	Papilionoideae
TRIBU	Trifolieae
GENERÓ	Medicago
ESPECIE	Sativa

2.5. Requerimientos climáticos:

Radiación solar: es un factor muy importante que influye positivamente en el cultivo de la alfalfa, pues el número de horas de radiación solar aumenta a medida que disminuye la latitud de la región (Toapanta, 2016).

Temperatura: la temperatura media anual para la producción forrajera esta en torno a los 15° C, siendo el rango óptimo de temperatura, según las variedades de 18° -28°C. la temperatura con la que germina la semilla es de 2 a 3 °C, cuanto más alta sea esta temperatura antes germinara la semilla, estando su optimo en 28-30 °C. Hasta planta es muy resistente al frio soporta temperaturas de hasta - 15°C (Núñez, 2014).

Humedad: la planta indica que resiste a la sequía necesita grandes cantidades de agua para formar la materia seca. Si queremos que este sea a un más resistente a la sequía tendremos que hacer aportaciones importantes de potasio, en el invierno tolera los encharcamientos de agua durante 2 o 3 días no así en el periodo de crecimiento vegetativo, si el encharcamiento se prolonga las raíces morirán por asfixia radicular (Núñez, 2014).

2.6. Valor nutricional

La alfalfa es una excelente planta forrajera que proporciona elevados niveles de proteínas, minerales y vitaminas de calidad. Su valor energético también es muy alto estando relacionado con el valor nitrogenado del forraje. Además es una fuente de minerales como; calcio, fosforo, potasio, magnesio, por mencionar algunos. Los elevados niveles de β -carotenos (precursores de vitamina A) influyen en la reproducción de los bovinos (Ramírez, 2011).

Como se puede observar en el cuadro 2 se muestra la composición de la materia seca de las hojas y tallos de la alfalfa (Ramírez, 2011).

Cuadro 2: composición bromatológica de hojas y tallos de la alfalfa (Infoagro, 2007).

Contenido %	Hojas	Tallos
Proteína bruta	24	10.7
Grasa bruta	3.1	1.3
Extracto no nitrogenado	45.8	37.3
Fibra bruta	16.4	44.4
Cenizas	10.7	6.3

2.7. Fertilización

El uso de los fertilizantes se ha vuelto indispensable a la baja fertilidad de la mayoría de los suelos para los altos rendimientos y la buena calidad que se esperan en la actualidad, por lo que hace un uso adecuado de ellos es importante para una agricultura sostenible (Reyes, 2010).

La fertilización es un proceso por el cual se preparara a la tierra, añadiéndola diversas sustancias que tienen el objetivo de hacerla más fértil y útil a la hora de la siembra y a la plantación de semillas. La importancia fundamental de la fertilizacion de las tierras obedece a que los abonos organicos son fuente de vida bacteriana del suelo sin la cual no se puede dar la nutricion de las plantas (Nuñez, 2014).

2.8. Características de la fertilización

Los fertilizantes se aplican para subsanar las eficiencias de nutrientes primarios, secundarios y con menor frecuencia para micronutrientes, las deficiencias se pueden diagnosticar visualmente, sin embargo, se deben confirmar con el análisis químico de la planta, ya que otros problemas se pueden confundir con carencias nutricionales como se puede observar en el cuadro 3, la clasificación, símbolos, forma adsorbida y síntoma de deficiencia de los nutrientes (Reyes, 2010).

Cuadro 3: clasificación, símbolo, forma adsorbida y síntoma de deficiencia de los nutrientes. (Reyes, 2010)

Clasificación	Nombre y símbolo	Forma adsorbida	y Síntoma de deficiencia
Sin clasificación	Carbono (C)	CO ₂	
	Hidrogeno (H)	H ₂ O	
Primarios	Oxígeno (O)	H ₂ O, O ₂	
	Nitrógeno (N)	NH ₄ ⁺ , NO ₃ [°]	Clorosis en las hojas viejas.
	Fosforo (P)	H ₂ PO ₄ [°] , HPO ₄ ⁻	Hoja con margen de color púrpura.
	Potasio (K)	K ⁺	Hojas con márgenes cloróticos.
Secundarios	Calcio (Ca)	Ca ⁺⁺	Achaparramiento y raíces cortas.
	Magnesio (Mg)	Mg ⁺⁺	
	Azufre (S)	SO ₄ ⁻ , SO ₂	Hojas con clorosis intervenal.
Micronutrientes			Hojas jóvenes cloróticas y poco desarrolladas.
	Hierro (Fe)	Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	Hojas con clorosis intervenal.
	Manganeso (Mn)	Mn ⁺⁺	
	Zinc (Zn)	H ₃ BO ₃	Hojas poco crecimiento apical y puntos cloróticos.
	Cobre (Cu)	Zn ⁺⁺	
	Molibdeno (Ma)	Cu ⁺⁺	Hojas jóvenes con clorosis intervenal.
	Cloro (Cl)	MoO ₄ ⁻ Cl	Hojas jóvenes amarillas y poco desarrolladas. Hojas con clorosis y achaparramiento Hojas marchitas cloróticas y raíz corta.

Las características más importantes de los fertilizantes son: sus efectos en la presión osmótica, el pH del suelo y su ion acompañante.

Índice salino: cómo se puede observar en el cuadro 4 se refiere al aumento de la presión osmótica en la solución del suelo por la aplicación de un fertilizante, respecto al efecto del nitrato de amonio. Las sales de los fertilizantes y si ellas

alcanzan las raíces o semillas, entonces se producen daños por deshidratación, menor disponibilidad de agua y toxicidad (Reyes, 2010).

Cuadro 4: Formulación, concentración, índice salino e índice de acidez de los principales fertilizantes. (sagarpa, 2010)

Fertilizante	Formula química	%nutrim ento	Índice salino	Índice basico ²	Índice acido ²
Nitrógeno (N)					
Amoniaco anhidro	NH ₂	83	0.72		148
Nitrato de amonio	NH ₄ NO ₃	35	2.990		62
Sulfato de amonio	(NH ₄) ₂ PO ₄	21	3.253		110
Fosfato de mono amónico (MAP).	NH ₄ H ₂ PO ₄	11	2.453		58
Fosfato diamonico (DAP)	(NH ₄)HPO ₄	18	1.614		70
Solución nitrogenada.		40	1.930		57
Nitrato de potasio.	KNO ₃	13 – 14	5.336		
Nitrato de sodio.	NaNO ₃	16	6.060	29	
Urea	CO(NH ₂) ₂	45 – 46	1.618		71
Fosforo(P₂O₅)					
Superfosfato simple.	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	20	0.390	Neutro	
Superfosfato triple (FST)	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	46	0.210	Neutro	
MAP		48	0.485		
DAP		46	0.637		
POTASIO (K₂O)					
Cloruro de potasio					
Nitrato de potasio	KCl	60	1.936	Neutro	
Sulfato de potasio	KNO ₃	44 – 46	1.580	26	
Sulfato de K y Mg	K ₂ SO ₄	50	0.853	Neutro	
	K ₂ SO ₄ 2MgSO	22	1.971	Neutro	

¹por unidad de nutrimento N, P₂O₅ y K₂O.

²un índice básico o alcalino esto expresado en función de fertilizante.

³mezcla de agua con nitrato de amonio de y/o urea.

Ion acompañante: cómo se puede observar en el cuadro 5 se refiere a otros nutrimentos, que no sean N, P, y K, que se encuentran en los fertilizantes. La presencia de ellos, algunas veces pueden ser benéficos, cuando hay deficiencia de dichos elementos, pero en otras puede causar problemas, cuando el cultivo se encuentra sensible a algún nutrimento. (Reyes, 2010)

Cuadro 5: ion acompañante, Ca, Mg, S, Cl (Reyes, 2010).

fertilizante	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	S %	Cl %
Nitrogenado							
Sulfato de amonio	21 13 – 14		44	0.5	0.5	24 0.2	1.2 0.6
Nitrato de potasio	16 15			34			
Nitrato de sodio							
Nitrato de Ca		20		18 – 21		11 – 12	
Fosfatado		46		12 – 14		0 – 1	
Superfosfato simple	11 18	48 46		2	0.5	1 – 3	
Superfosfato triple							
MAP							
DAP				52			
Potásicos							
Cloruro de potasio							
Sulfato de potasio			60				
Sulfato de K y Mg			50 22			17 22	47

2.9. Tipos de fertilizantes

Los fertilizantes para las plantas o también conocidos como abono, son todos aquellos ,materiales que aportan nutrientes útiles para la planta, pueden ser de origen orgánico; estiércol, basura urbana orgánica, extracto vegetales, desechos de animales (huesos, sangre) etc., o bien de origen inorgánico; sales de minerales procedentes de yacimientos naturales o síntesis industrial (Reyes, 2010).

La degradación el suelo y la consecuente reducción en la capacidad para proveer alimentos para la población creciente de animales, es un tema crítico cuando se

considera la seguridad alimentaria del país. La importancia que tiene la evaluación de la degradación del suelo radica en que algunos aspectos de esta, son reversibles a largo plazo, como la declinación de materia orgánica, o son irreversibles, como la erosión del suelo. Esencialmente los tomadores de decisiones de los sectores agropecuarios, forestales y hasta ambiental, requieren balancear tres aspectos de la calidad del suelo, que son la fertilidad, la conservación de la calidad ambiental y la protección de la silvestre y humana. El insuficiente diagnóstico, proveniente de las determinaciones analíticas del suelo, conlleva a errores en la selección y uso de agroquímicos, lo cual a su vez se traduce en problemas de nitrificación y eutroficación, así como en contaminación química de suelos y de los mantos acuíferos (Hernández et al, 2010).

La preocupación mundial por la concentración creciente de nitratos en las aguas para consumo animal así como para consumo humano se ha plasmado en la normativa al respecto en muchos países y en especial en la unión Europea. En México, en sus 196 millones de hectáreas, cuenta con riquezas naturales extraordinarias que presentan severos daños. Los suelos están degradados en un 64%, principalmente por erosión hídrica y eólica, pero sufren también pérdidas de nutrientes, materia orgánica y organismos microscópicos del suelo, así como compactación, acidificación y otros procesos dentro de los componentes del suelo, la materia orgánica revisten una significativa importancia, ya que importa al suelo magníficos efectos en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales se traducen en la capacidad productiva de los campos, por lo que su gestión dentro del agro ecosistema será uno de los elementos más importantes a

considerar para la consecución de la perdurabilidad de los sistemas productivos (Hernández et al, 2010).

2.10. Vermicomposta

En México el deterioro ecológico causado por la agricultura tiene diversas causas, dentro de las cuales están, el manejo inadecuado de los recursos naturales, intenso uso de agroquímicos, prácticas agrícolas mal empleadas y fuente dependencia de insumos externos. Esto hace necesario implementar técnicas de producción agrícola enfocadas al uso eficiente de los recursos que tiende hacia una agricultura sostenible, en este sentido, la aplicación de abonos orgánicos, tales como la vermicomposta, con este fertilizante se puede reducirse el uso de fertilizantes químicos (Velasco et al, 2001).

El vermicomposteo logra transformar los desechos orgánicos en compuestos estables, por lo cual es considerado una forma compostaje, en donde la lombriz roja californiana presenta mejores características de adaptación y producción.

La vermicomposta es una técnica de fertilización biológica que consiste en aprovechar la actividad metabólica de lombrices de tierra para producir humus con alto contenido de nutrientes. Para aplicarla, se requieren residuos orgánicos, tales como basura urbana orgánica, estiércol, extracto de vegetales, desechos de animales (huesos, sangre). El material orgánico pasa a través del tracto digestivo de la lombriz, donde es transformado en un material rico en microorganismos, macronutrientes y micronutrientes, de esta forma se obtiene un fertilizante orgánico (Carvajal et al, 2010).

La especie de lombriz más utilizada para este proceso es la *Eisenia Foetida* (i.e. California Roja), esta especie tiene un alta tasa de reproducción en condiciones de alta temperatura ambiente superiores a los 40°C, tolera altas densidades poblacionales (10.000 a 50.000 lombrices/m², resiste un pH alto (Carvajal et al, 2010)

2.11. Materias primas utilizadas en el vermicomposteo

El proceso de vermicomposteo, favorecido por la acción transformadora de las lombrices y como método de reciclaje, es ideal para el tratamiento tanto de las deyecciones animales, como los residuos urbanos de tipo orgánico, ya que, además de acelerar el proceso de generación de abonos orgánicos de calidad. Evitan la contaminación del medio ambiente. En un contexto general existen tres tipos principales de residuos orgánicos apropiados para el proceso de vermicomposteo: residuos de origen animal, residuos de plantas, y residuos urbanos. Los residuos de origen animal vienen siendo el estiércol de diferentes especies tipos de animales, el residuo de las plantas, viene siendo, el desecho de setpet, pastos composteados, recortes de pastos, maleza de rios, de especias vegetales, café molido y los residuos urbanos vienen siendo, biosólidos, sobrantes de restaurantes y sobrantes de supermercados (Moreno, 2010).

2.12. Características de la vermicomposta

La vermicomposta posee, entre otras las siguientes características, material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándose en

forma paulatina, y facilita su asimilación por las raíces e impide que estos sean lixiliados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo y favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas, favorece e implementa la actividad biológica del suelo, su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos (Moreno, 2010).

Se puede utilizar sin inconvenientes en su estado natural y se encuentra libre de nematodos. Los ácidos húmicos y fúlvicos que contiene regeneran las características químicas del suelo y, al igual que ciertos tipos de hormonas de crecimiento, favorece el desarrollo de las especies vegetales, posee un pH neutro. Mejora las características estructurales del terreno, deslija suelos arcillosos y agrega suelos arenosos, durante el trasplante previene enfermedades u evita el choque por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad, amortigua el efecto de los compuestos químicos aplicados al suelo, aumenta la tensión hídrica de los suelos, de un 4-27% disminuyendo el consumo de agua por los cultivos (Moreno, 2010).

2.13. Lixiviado de vermicomposta

Debido al incremento en los costos de los fertilizantes químicos y a la alta contaminación que propician en el ambiente, cuando se utilizan irracionalmente, resulta esencial encontrar alternativas de fertilización, esenciales y además económicas. Por lo anterior se ha considerado como una alternativa la utilización de fuentes orgánicas entre las que destaca los lixiviados de vermicomposta que

potencialmente se pueden recuperar de los canteros o cunas donde se lleva a cabo el proceso de vermicomposta (García 2007).

Una forma de aprovechar la vermicomposta es a través del lixiviado, el cual es el material que se obtiene de dicha especie, jugo o extracto fluido orgánico formado en el tracto digestivo de la lombriz los extractos o lixiviados del humus de lombriz han sido considerados, tradicionalmente, como un fertilizante líquido orgánico recientemente, estos materiales están siendo utilizados para el control de plagas y enfermedades (Gutiérrez, 2008).

2.14. MAP

La creciente contaminación del suelo, ha llevado a buscar alternativas de fertilización, tanto orgánicas como inorgánicas, por ello una opción es el MAP (Fosfato Mono amónico), es un fertilizante sólido que está creciendo en su uso de manera muy consistente. Es un fertilizante complejo granulado para aplicación en suelo con una alta concentración integral de nitrógeno y fósforo (Sánchez, 2005).

2.15. Comportamiento en el suelo del MAP

La alfalfa toma el fósforo soluble del suelo en forma soluble; sin embargo el fósforo soluble representa un porcentaje mínimo del fósforo total presente en el suelo. La mayoría del fósforo en el suelo se encuentra en forma inorgánica, otras formas del fósforo en el suelo se encuentra fijada o adsorbida a minerales del suelo pero que pueden ser extractable o aprovechable por los cultivos. Se pueden utilizar diferentes fuentes de fósforo entre las más comunes están : el fósforo monoamónico (11-52-

00) y el superfosfato triple (00-45-00) que se pueden aplicar al voleo, mientras que el fosfato de amonio (Sánchez, 2005).

El fosfato monoamonico (MAP) es considerado un fertilizante fuente de fosforo, sin embargo, la presencia de nitrogeno en esta formula compleja, tiene un efecto sinergizante, ya que favorece el aprovechamiento del fosforo, este efecto es debido que al amonio (NH_4) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorcion del fosforo (P_2O_5), el amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijacion del fosforo haciendolo disponible para la planta. Debido a que el MAP es u fertilizante con un Ph acido, es muy recomendable para ser utilizado en suelos calcareos y con pH mayores a 7.5 (Sánchez, 2005).

El fosforo, es un elemento que tiene muy poca movilidad en el suelo, y es un producto muy estable, por lo que las perdidas por lixiviacion son minimas. Debido a esta caracteristica , es determinante para su maximo aprovechamiento el metodo y la profundidad de plicacion dependiendo del cultivo. Esto es colocarlo dentro del area de desarrollo radical y asegurar con ello la cercania con el area de absorcion de las raices, el pH es un factor que influye enormemente sobre la solubilidad y disponibiidad del fosforo, este es mas disponible en Ph de 6 a 7 (Sánchez, 2005).

Las plantas absorben la mayoría del nitrogeno en forma de iones amonio (NH_4) o nitrato (NO_3) y en muy pequeña proporcion lo obtienen de aminoacidos solubles en agua, los cultivos absorben la mayor parte del nitrogeno como nitratos, sin embargo los cultivos usan cantidades importantes de amonio estando este

presente en el suelo. el proceso de nitrificación al convertir (NH_4^+) en (NO_3^-) , se liberan iones H^+ , este proceso produce acidez en el suelo (Sánchez, 2005).

2.16. Sulfato de magnesio

En la agricultura se buscan alternativas de suplementación del suelo, que cubra necesidades de deficiencia de minerales, por ello una de las opciones es el sulfato de Magnesio, que suple las necesidades de Magnesio y Azufre (Summers, 1974).

2.17. Modo de acción

El sulfato de magnesio es un fertilizante con forma de cristales solubles, para aplicación edáfica, foliar o en fertirriego como fuente de magnesio y azufre para todo tipo de cultivo, tanto perennes, como transitorios. La aplicación de sulfato de magnesio promueve la síntesis de clorofila y mejora la eficiencia de utilización del nitrógeno, contribuyendo de esta manera a estimular un adecuado crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos (Summers, 1974).

2.18. Solución nutritiva mineralizada

El deterioro ecológico que enfrenta actualmente la agricultura ha llevado a buscar alternativas de fertilización, que proporcione una buena nutrición vegetal, que a su vez sea rentable y de fácil aplicación. La solución nutritiva mineralizada, es una solución de agua con fertilizantes, donde los nutrientes se encuentran en la forma química, la concentración iónica y las proporciones adecuadas para ser aprovechadas por las plantas con el objetivo que logren un crecimiento y desarrollo óptimo (INTAGRI, 2017).

La composición química de la solución nutritiva universal está determinada por las proporciones relativas de aniones (NO_3^- , H_2PO_4^- Y SO_4^{2-}) y cationes (K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}), así como la concentración total de iones y el pH. Este concepto se propuso principalmente para para sistemas hidropónico o cultivos sin suelo, pero actualmente con la mejoría de los recursos se ha estado aplicando en el suelo obteniendo un gran resultado positivo (INTAGRI, 2017).

La clave para el manejo adecuado de un programa de nutrición es asegurar que los nutrimentos estén en las concentraciones óptimas durante todo el ciclo del cultivo. Una concentración menor a lo que la planta necesita repercute negativamente en el rendimiento, pero una concentración mayor de nutrimentos, además de causar mermas en el rendimiento también significa desperdicio de fertilizantes, contaminación del ambiente y paralelamente afecta la economía del productor. La demanda de nutrientes varía a lo largo del ciclo del cultivo, pues en las primeras etapas de crecimiento de la planta se requiere cantidades pequeñas de nutrimentos, mismas que aumentan paulatinamente a medida que crece (INTAGRI, 2017).

En primer lugar, la preparación de las soluciones nutritivas debe comenzar con una comprensión de las diferentes formas en las que se puede expresar la concentración de nutrientes. Estas unidades son: mili equivalente (*meq/L*), milimol (*mmol/L*) y miligramo (*mg/L*) o partes por millón (*ppm*). Además, otra característica de las soluciones nutritivas es que se pueden manipular algunas propiedades físicas y químicas de estas como: pH, conductividad eléctrica (*CE*), temperatura y contenido de oxígeno (INTAGRI, 2017).

2.19. COMPONENTES MINERALES DE LA ALFALFA

Los requerimientos nutricionales de la alfalfa son variables según el nivel de producción y al manejo que es sometida. La intensidad de esta demanda cambia con las condiciones ambientales, época del año y el estadio fenológico del cultivo así mismo ocurre en el animal tal como se puede observar en el cuadro 6 como afectan directamente los minerales tanto en las plantas como en el animal (Moreno, 2007).

Cuadro 6: En este cuadro se muestra cada uno de los minerales manejados en el experimento y como participan en la planta y finalmente en el animal.(autoria propia)

Mineral	Como participa en la planta	Como participa en la Animal
Calcio	<p>La infección (estabilización de la pared).</p> <p>La formación de canal de infección (secreción vesicular y estabilización de pared).</p> <p>La activación del ciclo celular (transducción de señales), endorreduplicacion (crecimiento celular).</p> <p>El establecimiento de la barrera de oxígeno (estabilización de membranas y pared celular) (Moreno, 2007).</p> <p>Su insuficiencia causa crecimiento anormal de las raíces y de los meristemas de crecimiento terminal (Cantu, 1900).</p>	<p>La formación de ósea y dental.</p> <p>Participa en la coagulación de la sangre para permitir la conversión de protrombina en trombina.</p> <p>Fertilidad (Mieres, 2004).</p>
Fosforo:	<p>Almacenamiento de energía.</p> <p>Conservación y transferencia del código genético.</p> <p>Crecimiento radicular y rápida implantación de la pastura.</p> <p>Madurez temprana y veloz recuperación tras el corte.</p> <p>Mayor longevidad.</p> <p>Mayor sanidad del alfalfa (Moreno, 2007).</p>	<p>Tiene funciones múltiples, pues interviene en la fosforilación de todas las fuentes de energía en el cuerpo.</p> <p>Es importante su participación en el ácido ribonucleico portador de los elementos de la herencia.</p> <p>Fertilidad.</p> <p>Formación ósea y dental.</p> <p>Proceso energético y de</p>

	Encargado del desarrollo de la inflorescencia (Cantu, 1900).	reproducción celular en el rumen (Mieres, 2004).
Magnesio:	Formar parte de la molécula de clorofila. Activar muchos sistemas enzimáticos (Moreno, 2007).	Está íntimamente ligado a las funciones del calcio y fosforo. Formación ósea y dental. Es activador de enzimas microbianas en el rumen (Mieres, 2004).
Potasio:	Metabolismo de carbohidratos y translocación de almidón resultando en mayor área foliar y en un retraso en la senescencia de la hoja. Metabolismo de nitrógeno y síntesis de proteínas reduciendo los niveles de nitrógeno no proteico. Estimula la fijación de nitrógeno. Control y regulación de la actividad de numerosos nutrientes minerales esenciales (Moreno, 2007).	Equilibrio acido-base y regulación de la presión osmótica (Mieres, 2004).
Sodio:		Equilibrio acido-base y regulación de la presión osmótica y consecuente, regulan el intercambio de agua y solutos dentro del cuerpo. Procesos metabólicos en rumen (Mieres, 2004).
Cobre:	Crecimiento vegetativo (Moreno, 2007).	Este mineral está estrechamente ligado al molibdeno, participando en la formación de hemoglobina. Deficiencia de este mineral provoca anemia. Participa en la reproducción. Participa en el sistema inmune. Activador de enzimas microbianas (Mieres, 2004).
Zinc:	Crecimiento y desarrollo radicular. Sistema enzimático (Moreno, 2007).	Deficiencia de este mineral provoca malformaciones Oseas. Infertilidad. Sistema enzimático y transporte de sustancias, que sirven como constituyentes esenciales de muchas enzimas, hormonas y pigmentos respiratorios. Participa en el sistema inmune

		(Mieres, 2004).
Manganeso:	Síntesis de clorofila (Moreno, 2007).	Digestión. Fertilidad (Mieres, 2004).
Hierro	Síntesis de clorofila (Moreno, 2007).	Sistema enzimático y transporte de sustancias. Factor de metabolismo, catálisis y como activador enzimático. Activador de enzimas microbianas en el rumen (Mieres, 2004).
Molibdeno:	Participa en la acción enzimática (Moreno, 2007).	Tiene una estrecha relación con el calcio los dos participan a la formación de hemoglobina. Deficiencia de este mineral puede causar anemia. Debilidad ósea. Fijación del cobre (Mieres, 2004).

2.20. Análisis mineral y bromatológico:

La determinación de la composición del forraje por medio de análisis de laboratorio es la forma menos subjetiva y más uniforme para descubrir su calidad. Previamente es necesario determinar el contenido de materia seca (%MS), ya que el resultado de todas las demás determinaciones se expresan en base seca (Japón-Gualan 2012).

2.21. Importancia del análisis bromatológico en la alfalfa

Proteína bruta (%PB): se determina midiendo el total de nitrógeno multiplicado por un factor de (6.25), coeficiente que deriva del contenido de nitrógeno promedio en las proteínas, que es de alrededor del 16%. Dicha proteína se denomina “Bruta” porque se calcula no solo el nitrógeno presente en la proteína sino también lo que se encuentra como nitrógeno no proteico (Japón-Gualan 2012).

Fibra detergente neutra (%FDN): representa la pared celular e indica el contenido total de fibra del forraje. La fibra es necesaria para el normal

funcionamiento del rumen pero en exceso reduce el contenido energético de la ración y el consumo total del forraje (Japón-Gualan 2012).

Fibra detergente acido (%FDA): es la porcion del total de la fibra que no es aprovechada por el animal; esta inversamente relacionada con la digestibilidad del forraje (Japón-Gualan 2012).

Digestibilidad: indica que proporción del forraje puede ser aprovechado: está íntimamente relacionado con los contenidos de proteína y fibra (Japón, 2012).

Menos frecuente pero sin dejar de ser importante son los análisis referentes a los contenidos de minerales. La alfalfa es una excelente fuente de calcio (Ca), fosforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) (Japón-Gualan 2012).

Como se puede observar en el cuadro 7 con el avance de crecimiento disminuye la proporción de las hojas en peso y aumenta la proporción de tallos. Las hojas contienen un mayor porcentaje de azúcar, proteínas, minerales y vitaminas que los tallos y un nivel más bajo de lignina y fibra. A su vez, las hojas constituyen la parte de la planta que sufre menos cambios en su composición química con el avance de la madurez (Japón-Gualan 2012).

Cuadro 7: parámetros de calidad de alfalfa variedad salinera según el estado fenológico (Valores máximos y mínimos promedio) (Japón, 2012)

Estado fenológico	%MS	%PB	%FDN
Sin flor (rebrote basal \pm 5 cm	16 – 22	22.9 – 26.5	36.9 – 41
1 ^o flores.			
>10% floración – floración completa	19 – 26	16.5 – 22	39 - 64.2

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante un diseño experimental de bloques al azar se evaluarán 6 tratamientos de fertilización con 5 repeticiones. Cada uno en parcelas fue de 3x10m², en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Torreón, Coahuila México. Para el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), de la variedad sundor.

La definición y contenidos de los tratamientos se definen en el cuadro 8 así como la dosificación en que se aplicó cada uno de los tratamientos. Es importante mencionar que el tratamiento número 6 fue el testigo; en el cuál no se aplicó ningún fertilizante.

Cuadro 8: Número de tratamiento, tipo de fertilizante y dosis de aplicación

Tratamiento	Nombre y dosis del fertilizante
Tratamiento 1:	Fertilización vermicomposta a razón de 1Kg/m ²
Tratamiento 2:	Lixiviado de vermicomposta a razón de 1 litro/m ²
Tratamiento 3:	Fertilización sintética MAP fósforo (11-52-00) a razón de 1.2 Kg/30m ²
Tratamiento 4:	Sulfato de magnesio a razón de 1.5 Kg/30m ²
Tratamiento 5:	Solución nutritiva mineralizada a razón de 20 litros por cada 30m ² de 2L X CADA 30M ² .
Tratamiento 6:	TESTIGO.

La fertilización se realizó en el segundo corte; y el análisis de varianza (ANOVA) de los datos se realizó con el software de Olivares de la FAUANL v.2012 para un α de 5% y las gráficas con el Microsoft Excel 2010

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadros y figuras.

En los minerales manejados en este experimento tales, como el calcio, fosforo, potasio, sodio, cobre, zinc, manganeso, fierro, molibdeno, no hubo diferencias estadísticamente significativas por lo tanto no se muestran los cuadros de varianza. Donde se encontró diferencia significativa fue en el Magnesio que sobresalió notoriamente en los resultados estadísticos realizados en este experimento, la prueba corrida fue, los cuadros a lazar.

Como se puede observar en el cuadro 9 el calcio relacionado con MS género en el tratamiento 2 y su repetición 5 la cantidad máxima de 1.95% del mineral antes mencionado., mientras que el porcentaje más bajo fueron el tratamiento 4 y su repetición 3 con un valor de 1.61%., todos estos valores fueron resultado del análisis de laboratorio.

Cuadro 9: resultados del % de calcio en alfalfa con base a MS.

	%CALCIO CON BASE A MS				
	R1	R2	R3	R4	R5
T1=A	1.81	1.84	1.74	1.74	1.97
T2=B	1.64	1.67	1.66	1.78	1.95
T3=C	1.69	1.62	1.61	1.77	1.78
T4=D	2.03	1.9	1.62	1.68	1.76
T5=E	1.89	1.73	1.73	1.8	1.79
T6=F	1.86	1.84	1.79	1.87	1.6

Tal como se puede observar en el cuadro 10 el análisis de varianza nos permite identificar que en los factores de variación tratamientos y bloques para el mineral calcio no hay diferencia estadística; pues la significancia está bastante alejada del 0.05

Cuadro 10: análisis de varianza para el % de calcio en alfalfa con base a MS

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	5	0.054	0.011	0.872	0.517
Bloques	4	0.061	0.015	1.231	0.329
Error	20	0.246	0.012		
	29	0.361			

Total

Como se puede observar en el cuadro 11 de medias aritmética con relación al calcio en los diferentes tratamientos encontramos que la media nos dio en el tratamiento 1 con un valor de 1.820% siendo esta la más alta; por otro lado la más baja en el tratamiento 3 con un valor de 1.694 %.

Cuadro 11: media de aritméticas en % para el calcio en alfalfa con base a Ms.

Tratamiento	Media
1	1.820 a
2	1.740 a
3	1.694 a
4	1.798 a
5	1.788 a
6	1.792 a

Tal como se puede observar en la figura 1 no hay diferencia significativa de varianza en la media con diferencia estadística en bloques al azar de la gráfica de calcio pero resulta relevante en el tratamiento 1A con un 1.82%.

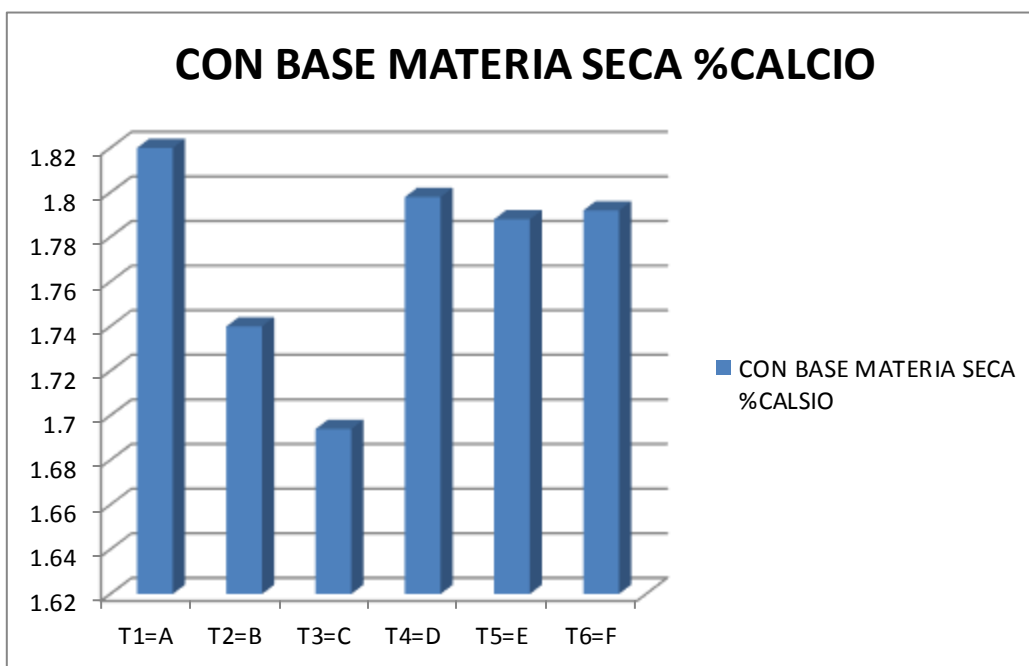


Figura 1: de las medias de producción del % de calcio

Como podemos observar en el cuadro 12 el fósforo relacionado con MS género en el tratamiento 1 y su repetición 5 la cantidad máxima de 0.4% del mineral antes mencionado; mientras que el porcentaje más bajo fueron el de los tratamientos 6 con repetición 2, tratamiento 2 con repetición 3, tratamiento 3 con repetición 3 y tratamiento 5 con repetición 5 con un valor del 0.2%, y todos estos valores fueron resultado del análisis de laboratorio

Cuadro 12: resultado del% de fosforo en alfalfa con base a MS.

	% FOSFORO BASE A MS				
	R1	R2	R3	R4	R5
T1=A	0.22	0.36	0.22	0.26	0.4
T2=C	0.21	0.22	0.2	0.24	0.24
T3=B	0.32	0.25	0.2	0.22	0.22
T4=D	0.3	0.22	0.29	0.24	0.26
T5=E	0.22	0.29	0.27	0.23	0.2
T6=F	0.23	0.2	0.29	0.29	0.23

Tal como se puede observar en el cuadro 13 el análisis de varianza nos permite identificar que en los factores de variación tratamientos y bloques para el mineral fosforo no hay estadística; pues la significancia está bastante alejada del 0.5.

Cuadro 13: análisis de varianza para él % de fosforo en alfalfa con base a ms.

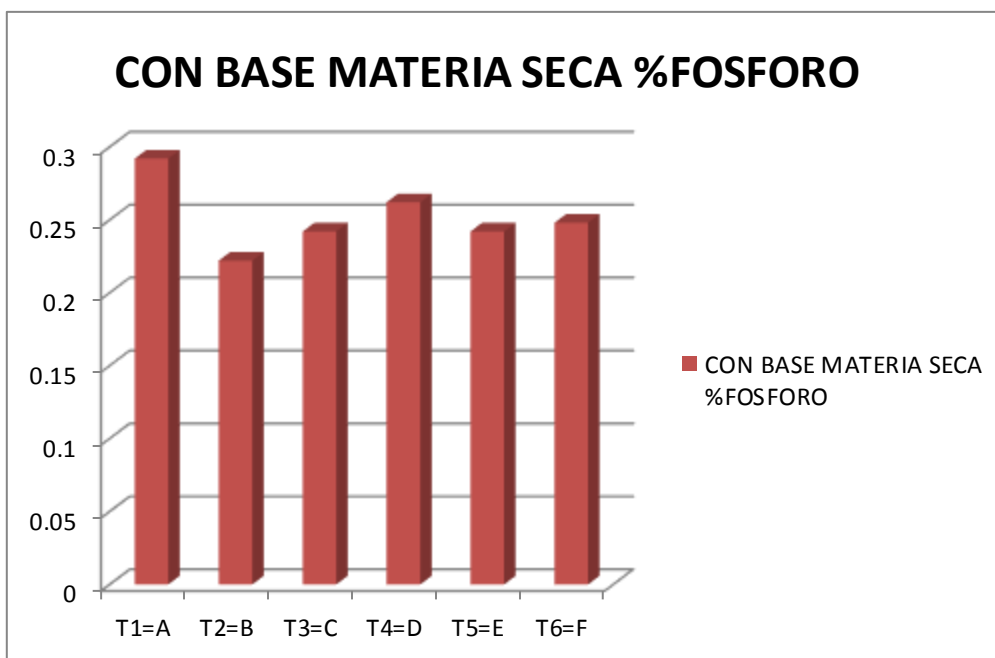
FV	GL	SC	CM	Fe	Sg
Tratamiento	5	0.014	0.003	1.053	0.415
Bloques	4	0.001	0.000	0.079	0.988
Error	20	0.053	0.003		
Total	29	0.068			

Como se puede observar en el cuadro 14 de medias aritméticas con relación al fosforo en los diferentes tratamientos encontramos que en el tratamiento 1 nos arrojó el resultado más alto con un valor de 0.292%; por otro lado en el tratamiento 2 nos arrojó el más bajo con un valor de 0.222%.

Cuadro 14: media de aritmética en % para el fosforo en alfalfa con base a Ms

Tratamiento	Media
1	0.292 a
2	0.222 a
3	0.242 a
4	0.262 a
5	0.242 a
6	0.248 a

Tal como se puede observar en la figura 2 no hay diferencia significativa en la media con diferencia estadística en el estudio de bloques al azar del estudio del fosforo en los distintos tratamientos pero resulta relevante en el tratamiento 1, con un valor de 0.3.

**Figura 2: de las media de producción del % de fosforo.**

Como se puede observar en la cuadro 15 el potasio relacionado con MS género en el tratamiento 3 y su repetición 5 la cantidad máxima de 3.57 % del mineral antes mencionado; mientras que el porcentaje más bajo fueron el tratamiento 4 y su repetición 4 con un valor de 2.9 %, todos estos valores fueron resultado del análisis de laboratorio.

Cuadro 15: resultados del % de POTASIO en alfalfa con base a MS.

	% POTASIO BASE MS				
	R1	R2	R3	R4	R5
T1=A	3.05	3.35	3.17	3.2	3.11
T3=B	3.26	3.29	3.02	3.3	3.45
T3=C	3.6	3.14	3.07	3.17	3.57
T5=D	3.29	3.28	3.37	2.9	3.53
T5=E	3.17	3.44	2.99	3.17	3.07
T6=F	3.21	3.48	3.57	3.35	3.1

Tal como se puede observar en el cuadro 16 el análisis de varianza nos permite identificar que en los factores de variación tratamientos y bloques para el mineral potasio no hay estadística; pues la significancia está bastante alejada del 0.5.

Cuadro 16: análisis de varianza para el % de potasio en alfalfa con base a ms.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sg
Tratamiento	5	0.124	0.025	0.636	0.675
Bloques	4	0.101	0.025	0.644	0.637
Error	20	0.782	0.039		
Total	29	1.007			

Como se puede observar en el cuadro 17 de medias aritméticas con relación al potasio en los diferentes tratamientos encontramos que la media más alta nos dio en el tratamiento 6 con un valor de 3.342%; por otro lado el tratamiento con el valor más bajo nos lo dio el tratamiento 5 con un valor de 3.168

Cuadro 17: media de varianza para el potasio en alfalfa con base a Ms

Tratamiento	Media
1	3.176 a
2	3.264 a
3	3.310 a
4	3.274 a
5	3.168 a
6	3.342 a

Tal como se puede observar en la figura 3 no hay diferencia significativa en la media con diferencia estadística en el estudio de bloques al azar del estudio del

potasio en los distintos tratamientos pero resulta relevante en el tratamiento 6, con un valor de 3.35.

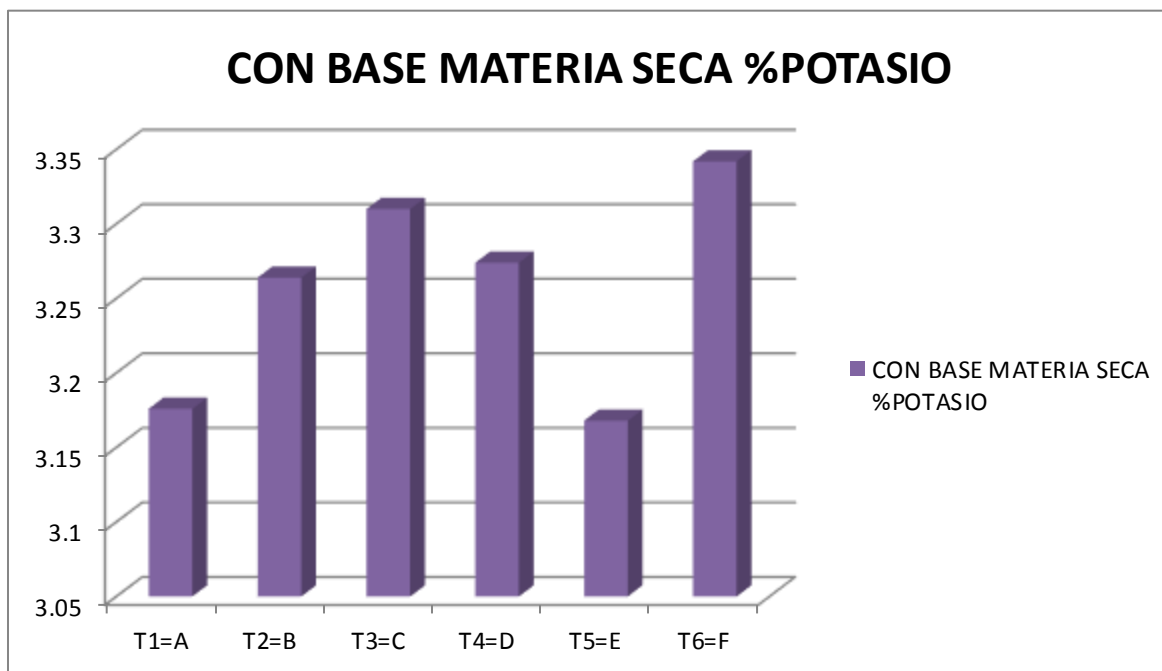


Figura 3: De las media de producción del % de potasio.

Como se puede observar en el cuadro 18 el magnesio relacionado con MS fue el único mineral que resulto relevante ante un estudio estadístico que género en el tratamiento 4 con repetición 2 y tratamiento 5 con repetición 4 la cantidad máxima de 0.23 % del mineral antes mencionado; mientras que el porcentaje más bajo fue el tratamiento 5 con repetición 3 con un valor de 0.17 %, todos estos valores fueron resultado del análisis de laboratorio.

Cuadro 18: Resultados del % de magnesio en alfalfa con base a materia seca.

% MAGNESIO BASE MS					
	R1	R2	R3	R4	R5
T1=A	0.21	0.24	0.22	0.22	0.2
T2=B	0.19	0.2	0.19	0.21	0.19
T3=E	0.19	0.19	0.18	0.2	0.19
T4=D	0.2	0.23	0.19	0.2	0.19
T5=E	0.21	0.19	0.17	0.23	0.22
T6=F	0.2	0.2	0.21	0.2	0.18

Tal como se puede observaren en la figura 4 hay diferencia significativa en la media con diferencia estadística en el estudio de bloques al azar del estudio del magnesio en los distintos tratamientos pero resulta relevante en el tratamiento 1, con un valor de 0.22%; por otro lado el porcentaje más bajo nos lo arrojó el tratamiento 3 con un valor de 0.185%.

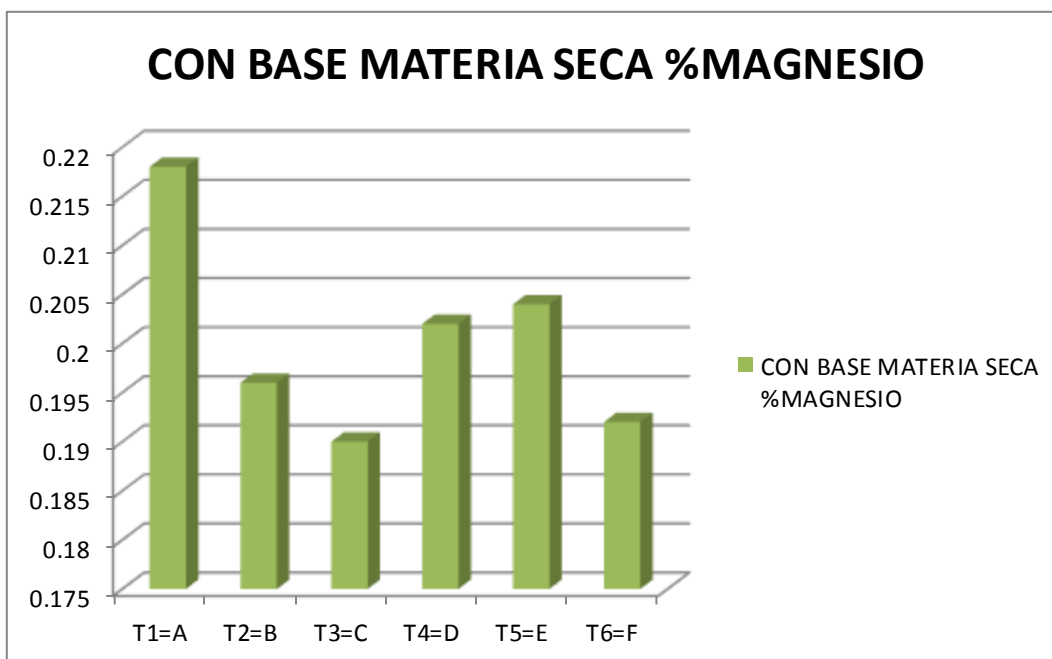


Figura 4: De las media de producción del % de magnesio.

Es importante resaltar que en los resultados generales de los análisis de varianza para los minerales se puede identificar en la cuadro 19 no cambio de letra en Ca, P, K Y Na; lo que significa que no existe diferencia estadística significativa para ninguno de los 6 tratamientos. Mientras que para el Mg se presentó diferencia estadística significativa para los tratamientos B y E que son los fertilizantes lixiviado de vermicomposta y la solución nutritiva que en términos porcentuales fueron de 0.196% y 0.204% respectivamente.

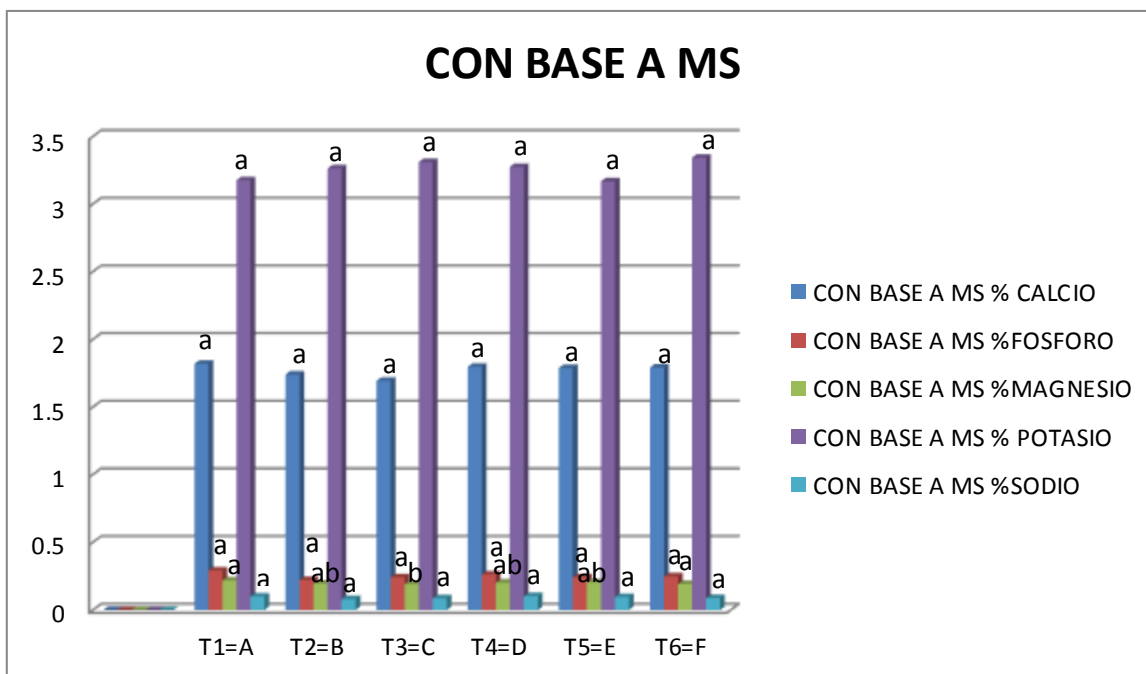
Cuadro 19: Datos generales de los % de Ca, P, Mg, K y Na.

	% CON BASE A MS				
	%CALCIO	%FOSFORO	%MAGNESIO	%POTASIO	%SODIO
T1=A	1.820 a	0.292 a	0.218 a	3.176 a	0.100 a
T2=B	1.740 a	0.222 a	0.196 ab	3.264 a	0.080 a
T3=C	1.694 a	0.242 a	0.190 b	3.310 a	0.086 a
T4=D	1.798 a	0.262 a	0.202 ab	3.274 a	0.102 a
T5=E	1.788 a	0.242 a	0.204 ab	3.168 a	0.096 a
T6=F	1.792 a	0.248 a	0.192 b	3.342 a	0.088 a

Relacionado con la figura 5 en la caul se ve el comportamiento en el eje de las X (numero de tratamiento) y el el eje de las Y (medias % de minerales) como se puede observar como la de mejor comportamiento para todos los tratramientos la presencia del potasio en base MS como la mas alta; sin embargo no hubo diferencia estadística significativa entre los fertilizantes aplicados, donde si hubo

diferencia significativa para el magnesio reflejado en el tratamiento 2 y el tratamiento 5 con valores diferenciados a favor de la solución nutritiva aproximadamente 0.204%

Figura 5: resultados graficos generales de las medias de los tratamientos aplicados a la alfalfa.



Como se puede observar en el cuadro 20 el análisis de varianza para los 6 tratamientos y las 5 repeticiones relacionado con magnesio podemos observar una Fc calculada de 3.172% y una significancia de 0.029%; es decir menor del 0.05 lo que indica que si hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos relacionado con el magnesio%.

Cuadro 20: Analisis de varianza (ANOVA) para los 6 tratamientos de fertilizacion y su impacto en el mineral magnesio.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	5	0.003	0.001	3.172	0.029
Bloques	4	0.002	0.000	3.000	0.043
Error	20	0.003	0.000		
Total	29	0.008			

Como lo muestra el cuadro 21; el % mayor en magnesio en promedio lo genero el tratamiento 1 que es fertilización con vermicomposta con un 21.8%; siendo el tratamiento 6 el más bajo con un valor de 19.2%

Cuadro 21: Comparación de las medias en relación al % de magnesio.

Tratamiento	Media
1	0.218
2	0.196
3	0.190
4	0.202
5	0.204
6	0.192

Como se puede observar en la cuadro 22; el % mayor en magnesio en promedio lo genero el tratamiento 1 con un valor de media de 0.218% entrando a la significancia del 0.05 con el uso de fertilización a base de vermicomposta; siendo

el tratamiento más bajo el 6 con un valor de 0.192% con una significancia del 0.05 siendo el tratamiento testigo.

Cuadro 22: Comparación de las medias con relación al magnesio% con significancia relativa.

Tratamiento	Media	0.05
1	0.218	A
5	0.204	Ab
4	0.202	Ab
3	0.196	Ab
6	0.192	b
3	0.190	b
Tukey =	0.026	

5. CONCLUSIONES

Con relación al estudio realizado se puede decir que los objetivos se cumplieron en su totalidad puesto que logro evaluar el efecto de los fertilizantes inorgánicos y orgánicos y medir la concentración porcentual de diversos minerales en la alfalfa para identificar su riqueza pensando la nutrición animal. por otra parte es necesario mencionar que la hipótesis planteada se rechaza pues el lixiviado de vermicomposta no genero los mejores valores porcentuales en calcio (Ca), fosforo(P), potasio(K), y magnesio(Mg) minerales que fueron tomados en cuenta en el análisis de varianza(ANOVA); en relación a este método solo el Mg genero diferencia estadística significativa con una media de 0.218% para el tratamiento 1; pero un a si se logró demostrar que uno de los fertilizantes utilizados logro aportar

todos los requerimientos que buscábamos y fue el tratamiento¹ que fue el fertilizante orgánico vermicomposta; que al igual que el lixiviado de vermicomposta; este fertilizante es igual de origen orgánico, no contamina el ambiente, ni el suelo y lo más importante no causa contaminación en los mantos acuíferos. Con los resultados obtenidos en la hipótesis podemos decir que hay áreas de oportunidad de nuevas investigaciones con estudios que tomen como base a la vermicomposta y la solución nutritiva mineralizada que son amigables con el medio ambiente; medir los efectos sobre la producción de leche; puesto que sus efectos no contaminantes le aportan a la cadena alimenticia certeza en la calidad de los que se va a consumir por el ser humano. El obstáculo en el estudio fue el tiempo y el costo de los estudios que fueron solventados con apoyos de programas de la Secretaría de educación federal.

6. LITERATURA CITADA

Cantú – Brito J. E. (1900). Manejo de pastizales. Segunda edición. Editado por el departamento de producción animal de la UAAAN U- Torreón Coahuila México.

Carvajal – Muñoz J. S; Mera – Benavides A. C. (2010). Fertilización biológica: técnica de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

Clasificación taxonómica de alfalfa.

[http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/itens.\(2002\)](http://www.agroamazonas.gob.pe/documentos/estudios/itens.(2002))

Clavijo – Villamizar E; Cadena – Castro P. C. producción y calidad nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa*) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos. Tesis de grado de la universidad de la Salle Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de zootecnia. Bogotá. D. C.

García C. (2007). Aplicación de lixiviado de vermicomposta a sandia (*Citrullus lanatus*) en sistema de producción tradicional. Tesis de grado de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México

Gavi - Reyes F. (2010). Uso de fertilizante. Sistema de Agronegocios Agrícolas. SAGARPA.Carr. México – Texcoco.

Gutiérrez – Montes J. (2008). Determinación de nitrato, fosfatos y potasio en planta de tomate mediante análisis de peciolo, fertilizado con lixiviado de vermicomposta. Tesis de grado de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U-L. Torreón Coahuila México.

- Hernández – Rodríguez O.A; Ojeda – Barrios D.L; López – Días J.C; Arreas – Vota A. M. (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. TENNOCIENCIA. Chihuahua.
- InfoAgro (2007). Cultivo de alfalfa (en línea). Centro e información GT. 13. P.
- INTAGRI (2017). Solución nutritiva para el cultivo de tomate. Serie Horticultura. Protegida Núm. 33. Artículos Técnicos de INTAGRI México Sp.
- Japón - Gualan (2012). Respuesta a la fertilización química orgánica y química orgánica en praderas de alfalfa, (Medicago sativa) en la comunidad de Cochapamba de la Parroquia Tenta del Canto Saraguro de la Provincia de Loja. Tesis de grado de la universidad nacional de Loja. Área Agropecuaria y de recursos naturales renovables. Loja Ecuador.
- Moreno – Reséndiz A. (2010). Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Departamento de suelos Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro U-L. Torreón Coahuila México.
- Mieres J.M. (2004). Guía para la alimentación de rumiantes. Editado por la unidad de Agronegocios y difusión del Instituto Nacional de Innovación Agraria, (INIA(. Andes 1365.piso 12. Monte Video – Uruguay.
- Moreno – Sastre G. (2011) funciones en los nutrientes en la planta de alfalfa. Agromercado. 135 y facultad de agronomía de la Universidad de Buenos Aires. República Argentina.
- Núñez – Toscano E.S. (2014). Evolución de ecuabonaza en la producción forrajera del Medicago sativa “(Alfalfa)”. tesis de grado de la facultad de

ciencias pecuarias de la escuela superior politécnica de Chimborazo. Rio de Bamba Ecuador.

Ramírez – Chang J.A. (2011). “Efecto del uso de un secador solar tipo invernadero para la deshidratación de la alfalfa (*Medicago sativa* L. Var. Zaino)”. Tesis de grado de la universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medico Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Zootecnia. Guatemala.

SAGARPA (2017). Resumen económico y noticias (2017). El siglo de torreón 24-30. P.

SAGARPA. (2009). Diseño de estrategias de mercado, logísticas y de adecuación de productos para la integración de alfalfa mexicana en el comercio global de forrajes. Editado bajo el auspicio del programa.PROMERCADO/TIS CONSULTING GROUP. Delicias Chihuahua y Mexicali Baja California.

SAGARPA. (2010). Valor nutricional de la alfalfa. Agrosagarpa 1-20 p.

Sánchez – Hernández J. E. (2005). Rendimiento y calidad de la alfalfa mediante la aplicación de fosforo y riego por goteo subsuperficial. Tesis de grado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.

SIAP. (2017). Atlas Agroalimentario 2017. Primera edición 2017. Servicio de información Agroalimentaria y Pesca. BENJAMIN FLANKLIN 146. Colonia Escandón. Delegación Miguel Hidalgo. C.P. 11800. Ciudad de México.

Summers – Rivero P.(1974). La investigación y la divulgación en el empleo de los fertilizantes. Agricultura. Revista Agropecuaria. ISSS N0002-1334 España.

Toapanta – Oña A. D. (2016). Efecto de la Trichoderma mas una base estándar de humus en la producción primaria forrajera de alfalfa (*Medicago sativa*).

Tesis de grado de la facultad de ciencias pecuarias de la escuela superior
politécnica de Chimborazo. Rio Bamba Ecuador.

Vásquez – Vásquez C; García- Hernández J. L; Salazar – Loza E; Murillo –
Amador B; Orona – Castillo I; Zúñiga – Tarango R; Rueda Puente E.O;
Preciado – Rangel P. (2010). Rendimiento y valor nutritivo del forraje de
alfalfa (*Medicago sativa*) con diferentes dosis de estiércol bovino. *Rev. Mex
Cienc Pecu.*2010, 1 (4):363 – 372

Velasco – Velasco J; Ferrera – Cerrato R; Almaraz – Suarez J.J. (2001).
Vermicomposta, micorriza arbuscular, y *Azospirillum Brasilense* en tomate
de cascara. *Terra Latinoamericana*. Vol. 119 Núm. 3, julio- septiembre 2001
pp 241- 284. Sociedad mexicana de la ciencia del suelo. A .C. Chapingo
México.