

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



Total de nutrientes digestibles y energía metabolizable en alfalfa (*Medicago sativa* L)
bajo fertilización orgánica y mineral en La Comarca Lagunera.

Por:

RIGOBERTO ORDUÑO RAMIREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2019

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

Total de nutrientes digestibles y energía metabolizable en alfalfa (*Medicago sativa* L.)
bajo fertilización orgánica y mineral en La Comarca Lagunera.

Por:

RIGOBERTO ORDUÑO RAMIREZ

TESIS

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

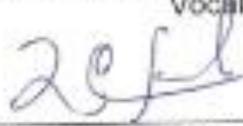
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


MVZ. ALEJANDRO ERNESTO CABRAL MARTELL
Presidente.


DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS
Vocal


MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
Vocal


MC. RAFAEL AVILA CISNEROS
Vocal Suplente


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

Torreón, Coahuila, México
Mayo 2019



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

Total de nutrientes digestibles y energía metabolizable en alfalfa (*Medicago sativa* L.)
bajo fertilización orgánica y mineral en La Comarca Lagunera.

Por:

RIGOBERTO ORDUÑO RAMIREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DR. RAMIRO GONZÁLEZ AVALOS
Asesor Principal



MC. RAFAEL AVILA CISNEROS
Coasesor



MC. BLANCA PATRICIA PEÑA REVUELTA
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
Mayo 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por darme la oportunidad y brindarme los medios para trazar y cumplir mis metas de la carrera. Por darme su amor incondicional y este hermoso regalo llamado vida, además de una hermosa familia.

A mis padres. Por apoyarme cada día de mi vida y darme la oportunidad de estudiar, el amor incondicional y el apoyo suficiente aun en épocas difíciles para poder estudiar una carrera y culminar con la licenciatura.

Al Dr. Ramiro González Avalos. Por abrirme las puertas de colaborar con la tesis y compartir su experiencia conmigo durante la culminación de mis estudios.

A mi ALMA TERRA MATER. Por haberme dado un hogar de estudios, el más noble y prestigiado de su rama. Por darme todo lo necesario para lograr un sueño que tenía desde chico, y por los conocimientos aprendidos dentro de esta casa de estudios. Por permitirme conocer nuevas y maravillosas personas en el trascurso de mis estudios.

A mis hermanos y hermanas. Por impulsarme con su apoyo durante toda mi carrera. Por creer en mí y nunca dejarme solo.

A mis amigos y amigas. Que siempre me apoyaron y creyeron en mí, que me alentaban con sus palabras y siempre que lo necesitaba me escuchaban, muchas gracias por todas esas llamadas de horas.

DEDICATORIAS

A Dios. Que me dio la oportunidad de vivir, a mi familia y permite día a día tener nuevas experiencias que me ayudan a crecer como persona.

A mis padres. Que sin duda alguna, son y serán lo más hermoso que me dio Dios, y esta es la culminación de su gran esfuerzo que hicieron para que yo estudiara el kínder, una primaria, secundaria, preparatoria y ahora una licenciatura.

RESUMEN

Uno de los principales recursos forrajeros en el mundo es la alfalfa (*Medicago sativa* L) ya que constituye uno de los forrajes más importantes, tanto por su enorme adaptación a diferentes climas y suelos, como por su elevada calidad forrajera. El trabajo se desarrolló 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 x 10 m = 30 m² para cada uno de los bloques. Para el análisis estadístico del ANOVA se utilizó el software de Olivares (2012) para un α de 5%. Las variables medidas fueron: total de nutrientes digestibles y energía metabolizable. La hipótesis propuesta fue que el fertilizante orgánico genera un incremento en el total de nutrientes digestibles y energía metabolizable de la alfalfa para cubrir requerimientos en el animal. No se observó diferencia estadística significativa en las variables evaluadas, por lo que la hipótesis planteada se rechaza. Se hace necesario continuar estudiando el impacto de la aplicación de este tipo de fertilizantes orgánicos a través de más ciclos agrícolas.

Palabras clave: alfalfa, bovino, energía metabolizable, fertilizante, forraje.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1Objetivos	2
1.2Hipótesis.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.Importancia de la alfalfa en la alimentación de los bovinos	3
2.2.Importancia de los abonos orgánicos.....	5
2.3.Total de Nutrientes Digestibles (TDN) y Energía Metabolizable (EM)	9
2.4.Valor Relativo del Forraje (VRF)	12
2.5.Uso de estiércol bovino como fertilizante	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
5. CONCLUSIONES	17
6. LITERATURA CITADA	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados obtenidos para total de nutrimentos digestibles (TND) 15
del cultivo de alfalfa bajo diferente fertilización.

Cuadro 2. Resultados obtenidos para energía metabolizable (Mcal/kg) del 15
cultivo de alfalfa bajo diferente fertilización.

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Producción nacional de leche 2000-2018.	5

1. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de la alfalfa se relaciona al desarrollo de la ganadería lechera intensiva, debido a su importancia como excelente productora de forraje de alta calidad. Además en nuestro país, es el soporte en gran medida del mantenimiento del sistema actual de producción intensiva de leche, tal y como es el caso en la Comarca Lagunera, región por demás importante, actualmente se le sitúa como una de las cuencas lecheras más importantes del país, debido a que, en el año 2016 se llegaron a producir 2 mil 330 millones de litros anuales (SIAP-SAGARPA, 2016).

Uno de los principales problemas que inciden en la producción de forrajes en la Comarca Lagunera es la baja fertilidad de sus suelos, la cual en gran parte ha sido provocada por la sobreexplotación de éstos (Salazar-Sosa *et al.*, 2007). Adicionalmente, el establecimiento y desarrollo de los cultivos forrajeros, para satisfacer la demanda de alimento para el ganado existente en la región, ha sido considerado como una de las causas que han agravado el deterioro del ambiente, particularmente el recurso hídrico, debido a la excesiva extracción de agua, lo que tiene como consecuencia mayor desertificación, en esta región (Muro-Pérez *et al.*, 2012).

La fertilización es una opción para proveer los nutrientes deficientes. La fertilización de la alfalfa para alto rendimiento debe considerar el conocimiento de las características físicas y químicas del suelo y la concentración de nutrimentos., el análisis de suelo es una herramienta útil para determinar lo niveles de estos factores con el propósito de adicionar los nutrimentos faltantes. De la misma

manera se puede recurrir a la herramienta análisis de tejido foliar del cultivo para conocer la absorción efectiva de los nutrimentos aplicados (INIFAP, 2000).

Como complemento a lo anterior, se ha destacado que el empleo de fertilizantes sintéticos, de alta solubilidad, además de costosos, tiende a contaminar el ambiente (Capulín-Grande *et al.*, 2011). Para combatir lo anterior, dentro de las acciones para proteger los ecosistemas agropecuarios y prevenir su degradación, la incorporación de abonos orgánicos es esencial, ya que resulta necesario que la materia orgánica, además de ser el soporte básico para la vida en los suelos, puede mejorar su potencial productivo (Sánchez *et al.*, 2011)

1.1 Objetivos

Evaluar el total de nutrientes digestibles (TDN) y energía metabolizable (EM) de alfalfa (*Medicago sativa* L) bajo fertilización orgánica y mineral en La Comarca Lagunera.

1.1 Hipótesis

La aplicación de fertilizantes orgánicos incrementa el TND y EM de alfalfa en la Comarca Lagunera.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la alfalfa en la alimentación de los bovinos

La alfalfa (*Medicago sativa* L), es una de las leguminosas más utilizadas para la alimentación de ganado bovino en las regiones áridas y semiáridas de México (Mendoza *et al.*, 2010).

En la Comarca Lagunera existe una gran demanda de cultivos forrajeros, ya que, es considerada la principal cuenca lechera de México, por lo que es importante contar con forrajes de calidad en la región (Castellanos *et al.*, 2013). La producción de forrajes se basa en pocas especies como maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y especialmente alfalfa (*Medicago sativa*), que es explotada para la producción de forraje durante todo el año. La alfalfa es un forraje con alto aporte de proteína cruda para los rumiantes (Quiroga, 2018). La importancia de esta especie no solo se debe a su contenido de proteína, también a la cantidad de forraje obtenida por 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).

A pesar de que la producción de leche de ganado bovino se ha convertido en un foco importante de desarrollo económico, en el aspecto tecnológico de la producción de alfalfa se presentan graves atrasos, por ejemplo, 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. Con este sistema de riego se puede conservar la mayor humedad en la zona radicular de la alfalfa y la menor humedad en otras partes del suelo, disminuyendo la germinación de maleza. Además, se evitan en gran medida la

evaporación directa y la percolación profunda del agua; fenómenos que en los sistemas de riego por gravedad representan las pérdidas de agua más importantes del riego superficial (Vázquez-Vázquez, 2010).

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) reconoció la tenacidad y el trabajo constante de los productores laguneros al mantenerse en el primer lugar en producción de leche de nuestro país, cada diez litros de leche que se producen en el país, dos corresponden a la cuenca lechera de La Comarca Lagunera, por lo que se mantiene como la principal cuenca lechera de México (SAGARPA, 2018).

Esta región se localiza entre los estados de Coahuila y Durango y está incluida en el Distrito de Riego (DDR) 017. En este distrito se acostumbra a irrigar la alfalfa con agua del subsuelo, mediante la aplicación de dos metros de lámina de agua en un sistema de riego por gravedad (CONAGUA, 2010). Este sistema presenta baja eficiencia en la aplicación del agua (Cruz y Levine, 1998). Lo anterior, ha provocado la necesidad de incorporar otro tipo de tecnologías para el manejo y aprovechamiento del agua, así como para la aplicación de agroquímicos en la producción de cultivos (Godoy *et al.*, 2003).

Datos de la SAGARPA arrojan que el 97% de la producción de leche es de bovino y sólo el tres por ciento restantes es caprino. La Comarca Lagunera se sigue consolidando como la primera a nivel nacional con una producción diaria de entre siete y ocho millones de litros de leche. El año 2017 se registra que se produjeron dos mil 371 millones 918 mil litros de leche tras la explotación de 230 mil 804 cabezas de ganado bovino (SAGARPA, 2018).

La alfalfa es un cultivo que permite aumentar la carga animal, mantener el stock, mejorar la ganancia en peso o el rendimiento en producción individual de leche. Además, se constituye en la base de la oferta forrajera con un forraje de calidad, es posible cosecharlo y conservarlo como reserva forrajera, no limita a los sistemas de alta productividad, reduce costos variables, aumenta la estabilidad de producción y, bien manejado (Rivas *et al.*, 2005).



Figura 1. Producción nacional de leche 2000-2018 (tomado de SIAP, 2018).

2.2. Importancia de los abonos orgánicos

En la parte aérea de la planta de alfalfa se destaca y resalta su estado de alimentación. El contenido en nutrientes y minerales de las plantas de alfalfa varía en función de la etapa de crecimiento de la cosecha. Esto pone de relieve la necesidad de aporte de nutrientes de manera diferente en la alfalfa para cada una de las etapas fenológicas (Stavarache *et al.*, 2016). Independientemente de los muchos factores que tienen influencia sobre la calidad del forraje, en el caso de la

alfalfa, la parte anatómica de la planta tiene una gran influencia sobre el tiempo de la cosecha (Coblentz *et al.*, 2008; Stancheva *et al.*, 2008), en el contenido de nutrientes y minerales.

La capacidad productiva de un cultivo, es función, entre otros factores, de la cantidad y disponibilidad de nutrientes en el suelo, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, además de la reactividad del suelo (pH), salinidad (conductividad eléctrica), y contenido de materia orgánica (% de materia orgánica); factores, que en La Comarca Lagunera, limitan el rendimiento de la alfalfa, por tener suelos del tipo calcáreo, pH alcalinos, bajos en materia orgánica, nitrógeno, y fósforo (Figueroa *et al.*, 2002).

Diversos productores no fertilizan este cultivo y en otros casos se fertiliza en demasía, aunque no se han publicado datos al respecto. Estas inconsistencias se presentan debido al desconocimiento de los requerimientos del cultivo para esta región y por los altos costos de los fertilizantes sintéticos (Vázquez-Vázquez, 2010).

Una práctica común entre los productores de la región es la aplicación continua de estiércol, lo que ha ocasionado problemas serios de salinidad y sodicidad, por lo que tiene que ser tratado y dosificado para evitar posible contaminación al suelo y al agua del acuífero subterráneo (SAGARPA, 2000). En la actualidad las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo han sido deterioradas por el uso excesivo de fertilizantes químicos y la poca utilización de abonos orgánicos (Salazar *et al.*, 2002); el estiércol, los residuos de cosecha, microorganismos y animales en descomposición son fuentes importantes de nitrógeno que regresan al suelo, sin embargo debe de pasar por un proceso de

mineralización, y de esta manera pueda estar disponible para las plantas y los microorganismos del suelo (Salazar *et al.*, 2003)

Los abonos orgánicos se consideran en la actualidad como una opción de gran valor para la sostenibilidad del recurso suelo; su explotación ha permitido aumentar la producción y la obtención de productos agrícolas orgánicos. El manejo adecuado de abonos orgánicos ha apoyado el desarrollo de la agricultura orgánica que se considera como un sistema de producción agrícola orientado a la obtención de alimentos de alta calidad nutritiva, sin el uso de agentes químicos (Trinidad Santos, 2007).

Diversos estudios han demostrado los efectos positivos del humus de lombriz sobre el crecimiento de una gran variedad de cultivos, incluyendo cereales y leguminosas (Arancon *et al.*, 2006). Se le conoce como humus de lombriz a los residuos que no digiere la lombriz y elimina en las heces. Los microorganismos que se encuentran en el humus producen reguladores de crecimiento de las plantas como los derivados del ácido indol acético (auxinas), también durante esta humificación de la materia orgánica, se producen diferentes tipos de sustancias húmicas como el ácido húmico, ácido fúlvico y ulminas (Arancon *et al.*, 2003). Los ácidos húmicos (AH) y fúlvicos son los principales componentes extraíbles de los humatos del suelo y se utilizan predominantemente para mejorar la fertilidad del suelo y mejorar la absorción de nutrientes de las plantas (Ragendiran *et al.*, 2016).

Las compostas y lombricompostas o vermicompostas preparadas con excretas de ganado bovino y cerdo, tienen concentraciones de 4-8% de AH totales. Estas concentraciones se deben al riego constante que requieren las lombrices para mantener la humedad (70 a 80% de humedad) en el sustrato

(estiércol) para facilitar su locomoción y consumo, el líquido que escurre de las camas después del riego se le conoce como lixiviado (lix). Los Lix contienen entre 1.0-2.5% de sólidos totales de los cuales entre el 20 y 45% es materia orgánica y el resto son minerales (fosforo, potasio, calcio, magnesio y sodio) en cantidades variables. En la literatura existen escasos reportes sobre el efecto de los AH presentes en el lix sobre la producción de forraje (Gómez *et al.*, 2011).

La alfalfa es una leguminosa altamente demandante en fosforo (Berardo, 1996). En suelos con niveles de P extractable inferiores a 25 ppm, y con pH neutro a ligeramente ácido, requieren del agregado de fertilizantes fosfatados para la correcta implantación y el desarrollo de la alfalfa (Quintero *et al.*, 1993; Loewy, 1994). El incremento en el rendimiento de la alfalfa no solo es uno de los beneficios de la fertilización con nutrientes como P, sino que también se mejoran la eficiencia de uso de otros insumos de importancia en el sistema de producción (Montesano, 2008). Se ha demostrado que en suelos deficientes en P, las respuestas a la fertilización son elevadas y altamente rentables (García *et al.*, 2002; Castaldo *et al.*, 2016).

La Comarca Lagunera ocupa el primer lugar a nivel nacional en la producción de leche, carne de ave y forrajes. En el año 2015 el valor de la producción agropecuaria de la región ascendió a los 38 mil 600 millones de pesos, colocando a ésta zona del país en el séptimo lugar a nivel nacional. Agregó que al año se cultivan 110 mil hectáreas de forrajes y se producen poco más de 6 millones de toneladas de la más alta calidad y excelentes rendimientos, por lo que ocupa la Laguna el primer lugar nacional en producción de forrajes en superficies irrigadas. (SAGARPA, 2016)

A nivel nacional, los estados con mayor producción de alfalfa son: Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Baja California Norte, Sonora, Durango, Coahuila y Puebla; en conjunto aportan alrededor del 70% de la producción nacional de alfalfa, con una superficie sembrada en 2012 de 386,325 ha y un rendimiento promedio de 75.2 ton/ha de forraje verde (SIACON, 2013).

En el año 2016, SAGARPA (2017), reporta una superficie de alfalfa a nivel Comarca Lagunera de 39,628 ha, con una producción total de 3,397,125 toneladas y una valor de la producción para este cultivo de 1,953,201 millones de pesos.

2.3. Total de Nutrientes Digestibles (TDN) y Energía Metabolizable (EM)

La composición química de un alimento solo indica el contenido de nutrientes, pero no de su disponibilidad para el animal, por lo tanto es necesario contar con los datos de digestibilidad. La digestibilidad de los nutrientes varía dependiendo de distintos factores propios del alimento, del animal o de ambos (McDonald *et al.*, 1999).

En el caso de los forrajes la digestibilidad es muy variable y la causa principal es el estado de madurez. En la alfalfa la digestibilidad aparente de la MS, energía y fracciones de la pared celular a medida que madura se reducen significativamente (Miller *et al.*, 1991). El contenido de proteína y azúcares solubles disminuye y el contenido de fibra (celulosa y lignina principalmente) aumentan, lo que causa una disminución gradual de su digestibilidad (Polo, 2010).

El conocimiento de la degradabilidad y la digestibilidad son fundamentales para establecer su valor nutritivo; y, por lo tanto, para la formulación de raciones para rumiantes (Bochi-Brum *et al.*, 1999).

Mediante los resultados de un análisis químico proximal y obteniendo la información sobre digestibilidad se puede obtener el TND (Total de nutrientes digestibles), un método matemático utilizado para calcular aproximadamente la energía que libera un ingrediente dado. Este método puede valorar la energía existente en un alimento en porcentaje y kilogramos; consiste en utilizar los valores de los componentes orgánicos de un análisis químico proximal (proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno) y multiplicarlos por su digestibilidad. En el caso del extracto etéreo, el resultado obtenido de la multiplicación por su digestibilidad se multiplica por 2.25 (se considera que las grasas liberan 2.25 más energía que las proteínas y los carbohidratos). Los resultados totales se suman y el total se divide entre 100 con el objeto de expresar el TND como porcentaje del ingrediente analizado. Teóricamente entre mayor es el porcentaje de TDN, el valor nutritivo de dicho alimento será mejor (Shimada, 2007). El TND solo contempla las pérdidas por digestión sin tomar en cuenta la energía perdida en gases, orina y producción de calor (NRC, 2001). El TND se expresa en porcentaje y proviene de una técnica analítica (análisis proximal) que es poco exacta y los datos obtenidos son cuestionables (Elizondo, 2007).

En la actualidad la unidad que se emplea para expresar el valor energético de un alimento en la caloría, kilocaloría y megacaloría (Shimada, 2007). La energía es considerada como el principal nutriente limitante en todo sistema de alimentación. La determinación del valor energético de los forrajes se puede

obtener indirectamente mediante digestibilidades estimadas con técnicas in situ e in vitro y, recientemente mediante técnicas que emplean enzimas celulolíticas (Arce *et al.*, 2003; Krizsan *et al.*, 2011).

En las dietas para vacas lecheras de alta producción, aproximadamente del 20 al 25% de la energía para la producción de leche proviene de la fibra digerida (Combs, 2017).

El valor energético se establece mediante fórmulas, o bien, determinando la energía bruta y considerando los valores obtenidos por la digestibilidad o por los compuestos metabolizados (Arce *et al.*, 2003).

Se puede considerar que la energía digestible y el TND de un alimento son equivalentes; la interconversión de ED a TND se hace considerando 4.4 kcal de ED por gramo de TND. La energía digestible menos la energía perdida en la orina y gases, dejan la energía conocida como energía metabolizable (Kellems y Curch, 1998). En rumiantes, el valor de la energía metabolizable representa alrededor del 82 % de la energía digestible, por lo que se puede estimar con tan solo multiplicar $ED \times 0.82$ (Shimada, 2007).

La obtención del TND y EM es una herramienta que ayuda a conocer el valor energético de un alimento y mediante esto, considerar la calidad de dicho alimento. La preocupación del precio de los fertilizantes y los piensos, y la importancia de reducir la pérdida de nutrientes, ha creado presiones para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes agrícolas (Powell *et al.*, 2010). Tomando en cuenta los valores de TND y EM se puede mejorar la eficiencia alimentaria, mediante la identificación de forrajes de buen valor nutritivo.

2.4. Valor Relativo del Forraje (VRF)

Es un índice de clasificación de forrajes que se basa en combinar la digestibilidad y el consumo potencial, calculado a partir de los valores de la FDA y FDN. Es un índice que representa la calidad del forraje y uno de los sistemas utilizados por laboratorios de ensayo de forraje durante muchos años. El VRF utiliza los valores de la FDN y FDA para predecir la calidad nutritiva del forraje. El contenido de FDN se correlaciona con la ingesta, y FDA está correlacionada con la digestibilidad. Los valores de VRA son relativos, un valor de 100, es un indicador de calidad, que se puede equiparar a la alfalfa en plena floración. Por ejemplo, cuando la alfalfa está en pre-botón, tendría mayor valor nutritivo con una VRA mayor que 100. Los valores inferiores a 100 indican maduración en la alfalfa después de la floración o indican una alfalfa madura (Ward, 2008). Algunos productores que producen o compran alfalfa utilizan el valor del VRA para evaluar o comparar la calidad de la alfalfa al comprar o vender el heno. Lo anterior proporciona al productor o comprador con una manera sencilla de comparar el potencial de rendimiento de un forraje determinado en comparación con otros forrajes disponibles (Undersander, *et al.*, 2011).

2.5. Uso de estiércol bovino como fertilizante

El uso más común del estiércol de bovino en la Comarca Lagunera, localizada en los estados de Coahuila y Durango, México, es su incorporación al suelo para la producción de forrajes, dentro de la misma explotación lechera. Es importante aplicar el estiércol en dosis acordes a su contenido de nitrógeno (N) disponible, para reducir gastos en fertilizantes y los riesgos de contaminación del agua subterránea por lixiviación de nitratos (Figuroa-Viramontes *et al.*, 2010).

La aplicación de estiércol incrementa la actividad y cantidad de biomasa microbiana del suelo y, son una alternativa para reducir el uso de agroquímicos, entre ellos los fertilizantes. Por tanto, se propone el uso de abonos orgánicos como complemento a los requerimientos nutrimentales del cultivo con fertilizantes minerales con el fin de incrementar el rendimiento y la calidad de los productos (Fortis-Hernández *et al.*, 2009).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el campo experimental de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicado en Torreón Coahuila 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,

Se utilizaron fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Los tratamientos de fertilización se aplicaron en banda sobre el cultivo y/o al suelo, después del corte y antes del riego, en una aplicación después de cada corte. El experimento se realizó sobre el cultivo de alfalfa ya establecido y los tratamientos de fertilización fueron en la modalidad de Re fertilización.

El diseño del experimento fue en bloques completamente al azar con cinco repeticiones y un testigo, cada una de las parcelas tuvo una medida de 10 metros de largo y 3 metros de ancho. La parcela útil fue de tres cuadros de un m² dentro de la parcela experimental.

Los tratamientos a evaluaran fueron:

A: fertilización con vermicomposta 1 Kg * m².

B: Lixiviado de vermicomposta 1L* m².

C: Fertilizante Sintético MAP (11-52-00) 1.2 kg * m².

D: Sulfato de magnesio 1.5 kg * m².

E: Solución nutritiva mineralizada 20 L * 30 m²

F: Testigo

Se evaluaron las variables: total de nutrientes digestibles y energía metabolizable.

Los resultados se analizaron, mediante análisis de varianza, para determinar el efecto de tratamientos, la comparación de medias de tratamientos por el método de Tukey. Se empleó el valor de $P < 0.05$ para considerar diferencia estadística.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadros 1 y 2) no se observó diferencias estadísticas significativas entre las variables evaluadas.

Regularmente, los forrajes constituyen el primer recurso alimenticio empleado en la alimentación del ganado, por lo tanto, el ajuste de las raciones se completa con concentrados, normalmente se parte del hecho que la composición química de los forrajes es relativamente constante durante la época de uso (Ruiz *et al.*, 1994). Respecto al total de nutrimentos digestibles observados en el estudio se puede considerar un forraje de calidad, Fernández (2010) reporta valores 62 y 65 para forrajes de mala y buena calidad respectivamente.

Cuadro 1. Resultados obtenidos para total de nutrimentos digestibles (TND) del cultivo de alfalfa bajo diferente fertilización.

Tratamientos	A	B	C	D	E	F
media	66.80 ^a	65.00 ^a	65.00 ^a	66.20 ^a	64.40 ^a	64.80 ^a

*Diferente literal entre columnas indica diferencia estadística.

Cuadro 2. Resultados obtenidos para energía metabolizable (Mcal/kg) del cultivo de alfalfa bajo diferente fertilización.

Tratamientos	A	B	C	D	E	F
media	2.76 ^a	2.68 ^a	2.67 ^a	2.72 ^a	2.66 ^a	2.66 ^a

*Diferente literal entre columnas indica diferencia estadística.

En relación a los valores de energía metabolizable observados en el presente estudio son superiores a los reportados por Fernández (2010) 2.40 y 2.56 Mcal/kg en alfalfas cultivadas en invierno y verano respectivamente.

El manejo de la alfalfa puede tener de un 30 a 40% de efecto en el valor nutritivo, mientras que las variedades solo un 10% (Baylor, 1991). Las características para seleccionar o escoger una variedad de alfalfa son el potencial de rendimiento de forraje, calidad nutritiva, persistencia, dominancia y la resistencia a insectos, enfermedades, nemátodos y precio de la semilla pero basado en semilla pura sin recubrimiento o peletizado (Woodward, 2002).

Cuando se evalúa el rendimiento de forraje, los constituyentes nutritivos y la digestibilidad del forraje de los materiales de alfalfa se puede calcular su contenido energético, el consumo potencial de forraje y la producción de leche por vaca por día y por hectárea y es una información muy útil para seleccionar la variedad (es) a sembrar según el interés que cada productor (Poole *et al.* 2003).

Cuando se aplican abonos de origen animal en alfalfa, una de las preocupaciones es el posible efecto nocivo en el ambiente por el exceso de N, derivado de que los requerimientos de dicho elemento por este cultivo son principalmente adquiridos a través de la fijación de N atmosférico por asociación con microorganismos. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que este tipo de abonos se pueden utilizar en forma segura en alfalfa en zonas áridas y semi-áridas (Martín *et al.*, 2006).

4. CONCLUSIONES

Se concluye que la aplicación abonos orgánicos en alfalfa, no produjo diferencias entre los tratamientos para ninguna de las variables estudiadas en este trabajo. Respecto a las variables evaluadas el tratamiento en el cual se utilizó la fertilización con vermicomposta presenta mejores resultados. Se hace necesario continuar estudiando el impacto de la aplicación de este tipo de fertilizantes orgánicos a través de más ciclos agrícolas, para poder estar en condiciones de evaluar las variables en un mayor y largo plazo en alfalfas de segundo y tercer año.

5. LITERATURA CITADA

- Açıkgöz E, Sincik M, Weitgreffe G, Surmen M, Cecen S, Tavuz T, Erdurmus C, Goksoy AT. 2013. Dry matter accumulation and forage quality characteristics of different soybean genotypes. *Turk J. Agric For* 37: 22-32.
- Baylor, J. E. 1991. Hay Management in north America. In: Field guide for Hay and Silage Management in north America. (Edited by K. K. Bolsen., J. E. Baylor, and M. E. McCullough). Pub. By NFIA-USA.p.13
- Quiroga Garza, H. 2018. Tasa de acumulacion de materia seca de alfalfa en respuesta a variables climatologicas. *Revista Mexicana De Ciencias Agricolas*, 4(4), 503-516.
- Edmundo Castellanos P., Paulina L. Andrade E., J. Santos Serrato C., Salvador Verumen P. 2013. Difference between foliar and air temperature in alfalfa as influenced by the vapor pressure deficit in the Comarca Lagunera. *Revista de divulgacion cientifica Agrofaz*, Volumen 13 (1), 33-38.
- Juncafresca, B. 1993. Forrajes fertilizantes y valor nutritivo. 2da (Ed.). Editorial Aedos Barcelona, España. 203 pag.
- Asekova Sovetgul, Sang-Ik Han, Hong-Jib Choi, Sang-Jo Park, Dong-Hyun Shin, Chan-Ho Kwon, J. Grover Shannon, Jeong-Dong Lee. 2016. Determination of forage quality by near-infrared reflectance spectroscopy in soybean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. *Turk J Agric For* (2016) 40: 45-52
- Arancon NQ, Edwards CA, Lee S, Byrne R. 2006. Effects of humic acids from vermicompost on plant growth. *Eur J Soil Biol* 2006;42:S65-S69
- Arancon NQ, Lee S, Edwards CA, Atiyeh RM. 2003. Effects of humic acids and aqueous extracts derived from cattle, food and paper-waste vermicompost on growth of greenhouse plants. *Pedobiologia (Jena)*2003;47:744-781.
- Blanco, M. y Villarroya, I. 2002. NIRS spectroscopy: a rapid-response analytical tool. *Trends Anal. Chem.* 21, 240–250.

- Castaldo, A., Pariani A., Ferrán A., Giorgis A., Lamela Arteaga P., Denda S., Antonucci P., Quinn N., Hecker F. Efecto de dos niveles de densidad de siembra y fertilización sobre la producción de dos cultivos de alfalfa bajo corte. Análisis productivo y económico del primer año de producción. Clinica veterinaria, Vol 18, N 2. 1515-1883.
- Berardo, A. 1996. La fertilización fosfatada y nitrogenada de las pasturas y sus efectos en distintos sistemas de producción. Fertilización de cultivos extensivos y forrajeros. Seminario de actualización técnica CPIA y SRA: 173_182.
- García F., Micucci F., Rubio G., Rufo M., Daverede I., 2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. INPOFOS Cono Sur: 76 paginas.
- Loewy, T. 1994. Fertilización de pasturas perennes. EEA INTA Bordenave. Boletín de Divulgación No 35.
- Bueno, F. A. F. 2016. Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre calidad de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional. UAAAN UL Junio. p 25-53
- Calsamiglia, S .1997. Nuevas Bases Para La Utilización De La Fibra En Dietas De Rumiantes. XIII Curso De Especialización FEDNA. Madrid, 6 y 7 de Noviembre de 1997 p
- Coblentz, W. K., Brink, G. E., Martin, N. P., Undersander D.J., 2008. Harvest Timing Effects on Estimates of Rumen Degradable Protein from Alfalfa Forages. Crop Science, 48:778-788.
- Colombari G., Borreani G., and Crovetto G. M. 2001. Effect of ensiling alfalfa at low and high dry matter on production of milk used to make Grana cheese. J Dairy Sci. 84(11):2494-2502.
- Cozzolino D. and A. Moron. 2004. Exploring the use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict trace minerals in legumes. Animal Feed

Science and Technology. Volume 111, Issues 1–4, 12 January 2004, Pages 161-173

Cozzolino, D. A. Fassio and A. Gimenez. 2000. The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict the composition of whole maize plants. *J.Sci. Food Agric.* 81:142- 146.

Cumberland Valley Analytical Services, Inc., Hagerstown, En línea:
http://www.foragelab.com/Media/RFV_vs_RFQ-CVAS%20Perspective.pdf

DHIA Laboratories. 2014. Relative Forage Quality (RFQ) vs. Relative Feed Value (RFV). **Stearns DHIA Laboratories** 825 12th Street South, PO Box 227 Sauk Centre, MN

Dunham James R. 1998. Relative Feed Value. Measures Forage Quality a Forage Facts. Publication of the KANSAS FORAGE TASK FORCE. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service

Font, R., Del Río, M., Vélez, D., Montoro, R., and De Haro, A. 2004. Use of near infrared spectroscopy for determining the total arsenic content in prostrate amaranth. *Sci. Total Environ.* 327, 93–104

Gómez, R S, Ángeles, M. L., y Becerra, J. 2011. Alternativas para el reciclaje de excretas animales. Uso de humus de lombriz y otros derivados de la lombricultura. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP-SAGARPA. Publicación técnica No 14. Colon, Queretaro. Pag 1-64

García A., N. Thiex, K. Kalsheur and K. Tjardes. 2005. Interpretación de los análisis de henos y henilajes College Of Agriculture And Biological Sciences. South Dakota State University / USDA. ExEx4002-S May. P 1-4

Godoy J. A. 2015. Alta producción de leche con bajo nivel de concentrados. VIII Congreso de conservación de forrajes y nutrición. 30-31 de octubre de 2014. Rosario, Santa Fe. Argentina.

- Hancock D. W. and Moore. 2002. Relative Forage Quality. Focus on Forage. Wisconsin Team Forage. Vol. 4:No. 5 p 1-2. University of Wisconsin Board of regents. UW Extension. Madison. USA.
- Hancock D. W., U. Saha., R. Lawton S., J. K. Bernard., R. C. Smith and J. M. Johnson. 2014. Understanding and Improving Forage Quality. The University of Georgia. UGA Extension Bulletin 1425. January. p 1-15
- Hancock D. W. 2011. Using Relative Forage Quality to Categorize Hay. The University of Georgia. Cooperative Extension.UGA Extension Bulletin 1425. CSS-F048. August. p 1-7.
- Hancock D. W. 2012a. Using Relative Forage Quality to Categorize Hay. The University of Georgia. Cooperative Extension.UGA Extension Bulletin 1425. CSS-F048. August. p 1-7
- Hancock Dennis. 2012b. Forage quality: Differences in species. Georgia Cattlemen. Forage Extension Specialist. The University of Georgia. En línea: www.georgiaforages.com.
- Hutjens M. 2005. Can Alfalfa Compete with Corn Silage in Dairy Rations. Expo Forage USDA Seminar. Animal Sciences. University of Illinois Extension. Illinois Dairy Net. https://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/36553000/pdf/s/Hutjens_alfalfa%20and%20corn%20silage.pdf p 12.
- Jahn B., Ernesto, Vidal V., Agustín, y Soto O., Patricio. 2000. Sistema de producción de leche basado en alfalfa (*Medicago sativa*) y maíz (*Zea mays*) para la zona centro sur: producción de leche. *Agricultura Técnica*, 60(1), 43-51. <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072000000100004>
- Jeranyama, Peter and Alvaro D. García. 2004. Understanding Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ). College of Agriculture & Biological Sciences / South Dakota State University / USDA. SDSU Cooperative Extension Service. ExEx8149 August. p 1-3.
- Lara Pérez P. 2016. Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera. Datos sin publicar. MVZ. UAAAN UL

- Lee E J., Choi H. J., Kwon C. H., Shannon J. G., Lee J. D. 2014. Evaluation of forage yield and quality for the accession derived from inter-specific cross between wild and cultivated soybean. *Korean Journal Breed Science* 46: 66-67.
- Linn, J. Y Martin, N. 1989. Forage quality tests and interpretations. University of Minnesota Extension Service; Minneapolis: (MN AG-FO-02637) Minn. Dairy Conf., pg 9.
- Marsalis M. A., S. V. Angadi F., E. Contreras-Govea. 2010. Dry matter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at different plant populations and nitrogen rates. *Field Crops Research*. Volume 116, Issues 1–2, 3 March 2010, Pages 52-57
- Martin, E. C., Slack, D. C., Tanksley, K. A. y Basso, B. 2006 Effects of fresh and composted dairy manure applications on alfalfa yield and the environment in Arizona. *Agron. J.*98:80-84.
- Montesano A. 2008. Fertilizacion de pasturas de alfalfa con fosforo. Documentos de la estacion experimental agropecuaria, INTA Marco Juarez.
- Marsalis Mark A., G. Robert Hagevoort, Leonard M. Lauriault. 2009. Hay quality, sampling, and testing. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, New Mexico State University. Circular 641. Las Cruces NM. En linea:http://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/CR641/
- Mertens, D. R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 64:1548-1558.
- Moe A. J. and S. B. Carr. 1985. Laboratory Analyses and Near Infrared Reflectance for Predicting In Vitro Digestibility of Rye Silage. *Journal of Dairy Science*. Volume 67, Issue 6 p 1301-1305
- Montes J. J, Mirdita V, Prasad K, Blummel M, Dhillon S.B, Melchinger E.A. 2009. A new near infrared spectroscopy sample presentation unit for measuring feeding quality of maize stover. *JNIRS* 17: 195–201.

- Moore, J. E. and D. J. Undersander, 2002. Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. p. 16-31 In: Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium, January 10-11, University of Florida, Gainesville
- Moore, J. E. and Daniel J. Undersander. 2002. Relative Forage Quality: A proposal for replacement for Relative Feed Value. 2002 Proceedings National Forage Testing Association.
- Morón, A. and Cozzolino, D. 2002. Determination of macro-elements in alfalfa and white clover by near-infrared reflectance spectroscopy. J. Agr. Sci. 139, 413–423.
- Muñoz Vargas Jaime. 2005. La Comarca Lagunera, constructo cultural. Universidad Iberoamericana Torreón. Biblioteca San Ignacio De Loyola. D.R. Universidad Iberoamericana Torreón (FOUHLAC) UIA Torreón Calzada Iberoamericana 2255 27020 Torreón, Coahuila, México.
- NRC. National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington D.C. National Research Council. 1989.
- Norris, K. H., R. F. Barnes, J. E. Moore, and J. S. Shenk. 1976 Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. J. Anim. Sei 43(4):889-897.
- Núñez G. H. G., K. Rodríguez H., J. A. Granados N., A. Anaya S y Uriel Figueroa V. 2014. Calidad nutricional y utilización de forrajes en explotaciones lecheras en la Región Lagunera. AGROFAZ. 14(1):33-41.
- Núñez Hernández, Gregorio., *et al.* 2003. Calidad Nutricional y utilización de forrajes en explotaciones lecheras en la Región Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Oba, M. and M. S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J. Dairy Sci. 82:589-596.
- Peterson Paul. 2011. Alfalfa mixtures with orchardgrass or tall fescue outperform alfalfa alone. Dairy Extension. University of Minnesota Extension. August.

En línea: <https://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/forages/alfalfa-mixtures-with-orchardgrass/>

Pickseed. 2017. Mission HVXRR Alfalfa. 2018 Technical Data. Product Information. Pickseed.com

Poole, G., Putnam, D. y Orloff, S. 2003. Considerations in Choosing and alfalfa variety. In: Proceedings National Alfalfa Symposium. Monterey, CA. UC Davis. p.191.

Pu Xue Guang, Yu Guang, and Pu Fen Xi. 2010. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) and its application in the determination for the quality of animal feed and products. National Institutes of Health. PubMed.gov. Jun;30(6):1482-7

Puente Manríquez J. L., V. H. Soto V., y S. Ramírez L. 2002. Reporte de Avances de Investigación. Dirección de Investigación. Zonas áridas. En línea: http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances_2002/Zaridas/PuenteAlfalfa.pdf p 271-280

Putnam Daniel H. 2015. Why Alfalfa is the Best Crop to have in a Drought. Alfalfa and Forage News. News and information from UC Cooperative Extension about alfalfa and forage production. <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=17721>

Quintero C., Boschetti G., R. Benavidez. 1993. Respuesta a la fertilización fosfatada en pasturas. In: Actas XIV Cong. Arg. De Ciencias del Suelo. Mendoza: 199-120

Radović J., D. Sokolović, J. Marković. 2009. Alfalfa-Most important perennial forage legume in animal husbandry. Biotechnology in Animal Husbandry 25(5-6):465-475.

Robinson Peter. 2001. Estimating the energy value of corn silage and other forages. UC Cooperative Extension, University of California, Davis 95616. <http://alfalfa.ucdavis.edu>.

Rocateli A. and H. Zhang. 2017. Forage Quality Interpretations. Oklahoma Cooperative Extension Service. OSU. Extension Fact Sheet. En línea:

<http://factsheets.okstate.edu/documents/pss-2117-forage-quality-interpretations/>

Ronnenkamp D. y P. C. Hay. 2005. Capítulo 8: Análisis de forrajes e inventario. Sitio Argentino de Producción Animal Pag 1-19 En Línea: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/29-analisis.pdf

Ruiz, N. I., Chahín, A. G. y Pedraza, G. C. 1994. Variación de la composición química y digestibilidad de algunos forrajes durante su temporada de uso en dos lecherías de la Región Metropolitana. Agricultura Técnica. 54(2):160-168.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Estadísticas de la producción agropecuaria. Comarca Lagunera.

Schwab, E. C., R. D. Shaver, J. G. Lauer, and J. G. Coors. 2003. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. J. Anim. Feed Sci. Technol. 109:1-18.

Shaver R. D. 2013. Practical Application of New Quality Tests. Department of Dairy Science College of Agricultural & Life Sciences University of Wisconsin-Madison. University of Wisconsin-Extension. En línea: <http://extension.wsu.edu/wallawalla/wp-content/uploads/sites/26/2013/07/New-Forage-Quality-Tests.pdf>

Shaver, R. D., D. J. Undersander, E. C. Schwab, P. C. Hoffman, J. G. Lauer, D. K. Combs, and J. G. Coors. 2002. Evaluating Forage Quality for Lactating Dairy Cows. Proc. Intermountain Nutr. Conf. Salt Lake City, UT.

Shenk, J. S. 1992. NIRS analysis of natural agricultural products. In (Ed. K. I. Hildrum, T. Isaaksson, T. Naes and A. Tandberg) Near Infrared Spectroscopy. Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications. London: Ellis Horwood. pp. 235-240.

SAGARPA. 2017. Producción Agropecuaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera en 2016. Coahuila y

Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>

SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2013. SIAP-SAGARPA.

http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=286&Itemid=428 Consultado: Julio 2016.

SIAP. 2016. Producción Agropecuaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>

SIAP-SAGARPA. 2016. Producción Agropecuaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>

Stalling Ch. C. 2006. Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ). Virginia Tech. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University. En línea: http://www.sites.ext.vt.edu/newsletter-archive/dairy/2006-05/rfv_rfq.html

Stancheva I., Geneva M., Djonova E., Kaloyanova N., Sichanova M., Boychinova M., Georgiev G., 2008. Response of alfalfa (*Medicago sativa* L.) growth at low accessible phosphorus source to the dual inoculation with mycorrhizal fungi and nitrogen fixing bacteria. General and Applied Plant Physiology, 34(3-4):319-326.

Stavarache Mihai, Costel Samuil, Doina Tarcău, and Vasile Vîntu. 2016. Evolution and relationship of some macro minerals in *Medicago sativa* L. PLANTS. Lucrări Științifice. 59(1):183-189.

Terrazas, P. J. G., *et al.* 2012. Rendimiento y valor alimenticio de variedades de alfalfa para la producción de leche en la cuenca de Delicias Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Undersander D., D. Combs, and R. Shaver. 2016. Milk 2016 (ALFALFA-GRASS): Index Combining Yield and Quality. En línea: <http://shaverlab.dysci.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/87/2016/12/v2-Alfalfa-Grass-Milk-2013-Explanation-draft-combined.pdf>

- Undersander Dan, D. Cosgrove, E. Cullen and Craig Grau. 2011. Alfalfa Management Guide. American Society of Agronomy, Inc, Crop Science Society of America Inc, and Soil Science Society of America Inc. Madison, WI. USA
- Undersander Dan. Sin fecha. Comparison of Relative Forage Quality (RFQ) to Relative Feed Value (RFV). University of Wisconsin. En línea: <https://fyi.uwex.edu/forage/comparison-of-relative-forage-quality-rfq-to-relative-feed-value-rfv/>
- Undersander, D. 2003. The new Relative Forage Quality Index-concept and use. World's Forage Superbowl Contest, UWEX.
- Undersander, D., Combs, D., Shaver, R., and Hoffman, P. 2013. Milk 2013. Alfalfa/grass evaluation system. University of Wisconsin Extension. <http://www.uwex.edu>. Web sites verified 7/18/16.
- Undersander, D.J., W.T. Howard, and R.D. Shaver. 1993. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. J. Prod. Ag. 6:231-235.
- Ward Ralph. 2008. Relative Feed Value (RFV) vs. Relative Forage Quality (RFQ). Cumberland Valley Analytical Services, Inc., Hagerstown. En línea: http://www.foragelab.com/Media/RFV_vs_RFQ-CVAS%20Perspective.pdf
- Wheeler Robert A. William R.Chaney Keith D.Johnson Larry G.Butler. 1996. *Leucaena* forage analysis using near infrared reflectance spectroscopy. Animal Feed Science and Technology. 64(1):1-9.
- Woodward, W. T. W. 2002. Economics of variety Choice-risk analysis In: Procc.32nd California Alfalfa Symp. And Western alfalfa and forage Conference. Reno, Nevada USA. UC Davis CA. p195.