

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Calidad de forraje de alfalfa (*Medicago Sativa* L.) bajo fertilización mineral
con Nitrógeno y Fosforo.**

POR

ESER HUSAI LÓPEZ AMADOR

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Calidad de forraje de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) bajo fertilización mineral
con Nitrógeno y Fosforo.

POR
ESER HUSAI LÓPEZ AMADOR

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. ALFREDO OGAZ

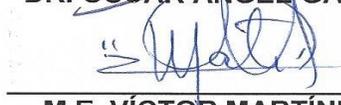
VOCAL:


DR. MARIO GARCÍA CARILLO

VOCAL:


DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

VOCAL SUPLENTE:


DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Calidad de forraje de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) bajo fertilización mineral
con Nitrógeno y Fosforo.

POR
ESER HUSAI LÓPEZ AMADOR

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL

DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR

DR. MARIO GARCÍA CARILLO

ASESOR

DR. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

ASESOR

DR. OSCAR ÁNGEL GARCÍA

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

NOVIEMBRE DE 2017



AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por permitirme dar un paso más en esta etapa de mi vida, por ser una guía y darme las herramientas necesarias para culminar esta etapa.

A La Universidad Autónoma Agraria Antonio “Narro” Unidad Laguna, por darme la oportunidad y los elementos necesarios para realizar mis estudios de licenciatura y ser un buitre de mi “Alma Terra Mater”.

Al Dr. Alfredo Ogaz, por permitirme formar parte de este proyecto, por su ayuda, paciencia, consejos y tiempo brindado.

A mis asesores; Dr. Mario García Carillo, Dr. Héctor Javier Martínez Agüero, Dr. Oscar Ángel García, gracias por su tiempo brindado y por su colaboración en este trabajo.

A todos los profesores que me compartieron parte de su conocimiento y así poder sacar adelante mi objetivo.

A mi familia, que sin duda alguna fue el motivo de salir adelante, gracias por todo sus consejos, apoyo y confianza.

DEDICATORIA

A DIOS, por ser parte de mi vida, por permitirme terminar esta etapa, por darme vida y salud.

Con amor y admiración. **A mis padres; Teresa Amador Solís y Melchor Lopez Castro**, a quienes en mí depositaron su confianza, apoyo y a pesar de los obstáculos siempre supieron salir adelante, siempre apoyándome.

A mis hermanos; Eli Eleazar, Bernabé, Avimael.

A mis hermanas; Aurelia, Delma Celita, Bilda Yatzani.

El presente trabajo se los dedico a ustedes que son un ejemplo a seguir mostrándome que, con esfuerzo y dedicación se puede lograr todo lo que uno se proponga.

RESUMEN

La alfalfa es uno de los cultivos más importantes utilizados en la agricultura, es cultivada en todo el mundo para su uso como forraje para ganado y tiene el valor nutricional más alto de los cultivos forrajeros. La alfalfa necesita absorber elementos mayores y menores para un buen desarrollo. La presente investigación se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, ubicada en Torreón, Coahuila, México. Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos de fertilización que consistieron en: N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg; N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg; N 32kg P 150kg K 150kg Mg 60kg; N 42kg P 200kg K 200kg Mg 75kg; y un testigo absoluto N₀kg P₀kg K₀kg Mg₀kg. La aplicación de los fertilizantes fue al voleo después del corte en una sola aplicación. Se realizaron dos cortes. Las variables evaluadas fueron, porcentaje de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente acida, energía neta de lactancia y digestibilidad. Se encontró diferencia significativa por efecto de fertilización en las variables, fibra detergente acida en el primer corte en los tratamientos; N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg y N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg obteniendo valores de 33.13 y 32.89 respectivamente y en energía neta de lactancia fueron los tratamientos N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg y N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg, obteniendo valores de 1.43 y 1.44. No se encontró diferencia significativa por efecto de fertilización en las variables; materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra y digestibilidad de la materia seca.

Palabras clave: Fertilización, Calidad, Forraje.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Importancia de la alfalfa.	5
2.2. Importancia a nivel mundial.	5
2.3. Importancia a nivel nacional.	6
2.4. Importancia a nivel regional.	7
2.5. Materia seca.....	7
2.6. Proteína Cruda.....	8
2.7. Fibra Detergente Neutra Y Fibra Detergente Acida.	9
2.8 Energía Neta de Lactancia.	10
2.9 Digestibilidad.....	10
2.10 Factores que afectan el valor nutritivo de la alfalfa.	11
2.10.1 Estación del año.	11
2.10.2 Variedades.	12
2.10.3 Etapa de madurez.....	12
2.11 Métodos de conservación.	13
2.12 Fertilización de la alfalfa.	14
2.12.1 Nitrógeno.....	15
2.12.2 Fosforo.....	15
2.12.3 Potasio.	17
2.12.4 Calcio Y Magnesio.	17

2.13 Relación de la Calidad de forraje con fertilización mineral N, P, K, Ca.	18
.....
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Ubicación geográfica del experimento	20
3.2 Preparación del terreno	20
3.3 Siembra	20
3.4 Riego	20
3.5 Fertilización	21
3.6 Dosis de fertilización	21
3.8 Diseño experimental	22
3.9 Variables evaluadas	22
3.10 Análisis estadístico	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Características químicas de suelo en el área experimental	28
4.2 Porcentaje de Materia Seca	29
4.3 Porcentaje de Proteína Cruda	31
4.4 Porcentaje de Fibra Detergente Neutra	35
4.5 Porcentaje de Fibra Detergente Acida	39
4.6 Porcentaje de Energía Neta de Lactancia	43
4.7 Porcentaje de Digestibilidad	46
V. CONCLUSIONES	49
VI. LITERATURA CITADA	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales productores de alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.) en México (SIAP, 2015).	6
Cuadro 2. Dosis de fertilización en calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo	21
Cuadro 3. Resultados obtenidos del análisis de suelo del área experimental de la presente investigación en la UAAAN-UL, en calidad de la alfalfa bajo dosis de fertilización mineral con nitrógeno y fosforo	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de Materia Seca en calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	29
Figura .2 Porcentaje de Materia Seca del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	30
Figura 3. Porcentaje de Proteína Cruda del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	32
Figura 4. Porcentaje de Proteína Cruda del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	34
Figura 5. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	36
Figura 6. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	38
Figura 7. Porcentaje de Fibra Detergente Acida del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	40
Figura 8. Porcentaje de Fibra Detergente Acida del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	42
Figura 9. Porcentaje de Energía Neta de Lactancia del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	44
Figura 10. Porcentaje de Energía Neta de Lactancia del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	45
Figura 11. Porcentaje de Digestibilidad del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	46
Figura 12. Porcentaje de Digestibilidad del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.	48

I. INTRODUCCIÓN

La alfalfa es la principal especie forrajera que se cultiva en todo el mundo. Esta especie pertenece al género *Medicago*, que comprende alrededor de 83 especies, de las cuales dos terceras partes son anuales y el resto perennes (Small y Jomphe, 1988). Según Quirós y Bauchan, (1988) el centro primario de diversidad de alfalfa estuvo en el medio oriente, en la región del norte de Irán, en el norte de Turquía y en la región del Cáucaso. Durante la expansión de Islam en los siglos VII y VIII, la alfalfa se distribuyó a diferentes partes de Europa, Asia y África (Rumbaugh *et al.*,1988).

La alfalfa se introdujo a la región del centro de México durante la conquista española, de donde se extendió a lo que son ahora los estados de Hidalgo, Puebla, Guanajuato, Jalisco y Michoacán (Salinas, 2000). Actualmente, la alfalfa se cultiva desde el norte del país hasta algunas partes altas en el sureste del país.

La calidad forrajera determina la contribución de un forraje a la producción animal, reconociendo al menos cuatro componentes: a) consumo, es decir qué cantidad de ese forraje es voluntariamente consumido por el animal; b) digestibilidad, o sea cuánto de lo consumido es absorbido a través del aparato digestivo; c) eficiencia, que es la relación entre la producción animal y el suministro de nutrientes; y d) factores de anti-calidad: todos aquellos componentes presentes en el forraje que pueden disminuir el consumo, la digestibilidad y la eficiencia (Fick y Mueller, 1989).

Cuando se analizan químicamente los forrajes en el laboratorio, se obtienen una serie de fracciones o productos. La fracción "fibra detergente neutra" (FDN) contiene fundamentalmente celulosa, hemicelulosa y lignina, y se utiliza para estimar el consumo voluntario de materia seca (MS) por parte del animal. La fracción "fibra detergente ácida" (FDA), que se compone principalmente de celulosa y lignina, se utiliza para estimar la digestibilidad de la MS (DMS). La FDA representa la fracción menos digestible del alimento y se relaciona inversamente con la digestibilidad, mientras que la FDN al comprender toda la pared celular puede ser considerada como predictora del consumo al incluir a la fracción menos digestible y a la lentamente digestible (Fahey & Berger., 1988; Van Soest., 1994).

Otra forma de estimar más directamente la digestibilidad es por medio de técnicas in vitro (DIV), que consisten en la fermentación de la muestra con microorganismos del rumen. Los valores de FDA y digestibilidad se utilizan a su vez para estimar el contenido total de nutrientes digestibles (TND) energía neta del forraje. El residuo que queda después del tratamiento con ácido sulfúrico de la FDA, contiene la lignina propiamente dicha (LDA) y representa la fracción totalmente insoluble. La "proteína cruda" (PC), que resulta de determinar el contenido total de Nitrógeno de la muestra y multiplicarlo por el factor 6.25, estima no sólo el contenido de la verdadera proteína sino también de aminoácidos y otros compuestos nitrogenados (como clorofila y ácidos nucleicos), (Basigalup, 2016).

Aufrère et al., (2000) y Cassida et al., (2000) denotaron que el contenido de la FDN y de la FDA para el forraje de alfalfa se incrementó con la madurez de la planta mientras el contenido de N y la digestibilidad de la materia orgánica

decrecieron en los cortes de estado vegetativo y floración, hallando valores intermedios en el rebrote siguiente.

La dinámica del fósforo (P) en el suelo, en conjunto con el conocimiento de la fisiología de los cultivos, son dos aspectos esenciales para entender cómo funciona este nutriente en el sistema suelo-planta y por lo tanto representa el primer pilar para elaborar cualquier esquema de diagnóstico de las necesidades de fertilización. El P, luego del nitrógeno, es el macronutriente que en mayor medida limita el rendimiento de los cultivos, Interviene en numerosos procesos bioquímicos a nivel celular y se le considera un nutriente esencial para las plantas (Burt, C. M. 1995).

Saibro et al., (1978) encontraron que el nitrógeno proveniente del suelo o agregado como fertilizante afecta el nivel de este nutriente en el forraje, pero no su digestibilidad. Nescier y Dalla, (2003) no encontraron diferencias significativas en el contenido de nitrógeno en plantas de alfalfas inoculadas y fertilizadas con diferentes dosis de P.

La dosis a emplear es función del nivel de disponibilidad de fósforo en el suelo. Al respecto, Díaz, (1997) sostiene que con niveles de P comprendidos entre los límites mínimos y máximos para una determinada región se favorece la implantación con adecuados niveles de producción.

Es muy conocido el consumo de lujo de potasio por parte de la alfalfa (la alfalfa extrae más potasio del necesario sin aumentar la producción) (Lanyon y Smith, 1985; Lanyon y Griffith, 1988).

1.1 Objetivo

Determinar los parámetros de calidad de forraje, Materia Seca, Proteína Cruda, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Acida, Energía Neta de Lactancia y Digestibilidad de la Materia Seca, de alfalfa bajo fertilización mineral con nitrógeno y fosforo.

1.2 Hipótesis

La aplicación de nitrógeno y fosforo en forma mineral mejora la calidad de forraje de alfalfa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de la alfalfa.

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

En México la superficie de alfalfa alcanzo 386,703 ha, con un rendimiento medio del forraje verde de 84.75 (22 de materia seca) t/ha/año. La Comarca Lagunera es la cuenca lechera más importante de México y cuenta con 400.000 mil cabezas de ganado vacuno dedicados a la producción de leche (Godoy *et al.*, 2003; Salazar *et al.*, 2007). Siendo la alfalfa el forraje principal para la alimentación del ganado (Vázquez *et al.*, 2010).

2.2. Importancia a nivel mundial.

La alfalfa, es una leguminosa forrajera, más utilizada a nivel mundial en la alimentación del ganado lechero, con aproximadamente 32, 000,000 ha cultivadas: Estados Unidos y Argentina tiene la mayor superficie sembrada con 16 millones de ha. La introducción de esta especie al continente americano se realizó primero en

la región sur (Argentina, Chile, Perú y México) donde fue llevada por los conquistadores (Bouton, 2001).

2.3. Importancia a nivel nacional.

A nivel nacional, los cultivos forrajeros con mayor participación en el rubro económico, son las avenas forrajeras con 942 mil has y con un valor económico de \$ 2,604 por tonelada. Por su parte, la alfalfa participa con 387 mil has con un valor económico de 2,604 por tonelada (Álvarez, 2013).

En México la alfalfa (*Medicago sativa L.*) es uno de los cultivos forrajeros importantes en la alimentación del ganado lechero, debido a su alto rendimiento de materia seca, alto contenido de proteína y aceptable digestibilidad. Esta especie es sumamente versátil, ya que puede ser cosechada en verde, apacentada, henificada o ensilada (Álvarez, 2013), (Cadena, 2009).

Cuadro 1. Principales productores de alfalfa (*Medicago sativa L.*) en México (SIAP, 2015).

Estados	Superficie sembrada ha ⁻¹	Forraje verde t ha ⁻¹ año
Chihuahua	83,851	84.87
Hidalgo	46,846	95.85
Durango	29,900	88.10
Coahuila	22,201	75.57
San Luis potosí	14,744	118.00
Aguascalientes	5,631	91.05
Baja california sur	3,615	145.81

2.4. Importancia a nivel regional.

En la Comarca Lagunera a principios de los años noventa se cultivaban aproximadamente 22,000 ha de alfalfa y, para el 2006 45,000 ha, para alimentar más de 400 mil cabezas de ganado lechero de la región (SAGARPA, 2006).

En los actuales sistemas de producción lechera cada vez más intensivos se necesitan pasturas de alta calidad para satisfacer las necesidades de producción; es debido a ello que cada vez toma más relevancia evaluar el valor nutritivo de las especies utilizadas.

2.5. Materia seca.

El porcentaje de materia seca (% MS) de los alimentos es uno de los parámetros que presentan mayor variabilidad. Algunos alimentos, como la leche bovina, tienen muy bajos porcentajes de materia seca (12,5 %), mientras que otros llegan a casi el 100 %. Dentro de los alimentos que habitualmente se utilizan para animales de producción, las variaciones son también altas. Los verdes de invierno (Stritzler et al., 1985) y las pasturas (Castillo et al., 1991) pueden tener % MS sumamente bajos, de hasta 12 %, mientras que, en el otro extremo, granos y heno tienen porcentajes cercanos al 90 %. La estimación del % MS es de suma importancia para establecer las cantidades de nutrientes que los animales consumirán. Los cálculos de raciones deben hacerse en materia seca, de la misma manera que la comparación entre nutrientes ofrecidos y requerimientos de los animales (Stritzler et al., 2004).

El método tradicional de secado de muestras para la determinación de materia seca se realiza mediante el uso de estufas de circulación forzada a 65°C durante un lapso que varía entre las 24 a 72 horas dependiendo del tipo de muestra. En ensayos de asignación diaria de áreas a pastoreo (Ferri, 2002) en función de la disponibilidad, esta demora en la estimación de MS determina que se deban realizar ajustes del área asignada a posteriori, con lo que se transforma en una fuente de error experimental.

2.6. Proteína Cruda.

La alfalfa se caracteriza por una concentración alta de proteína cruda, la mayor parte de la cual, es proteína degradable en el rumen (74-79%). En términos nutricionales, la alfalfa con más de 22% de proteína cruda no tiene ninguna ventaja en proteínas metabolizable (proteína absorbida en el intestino delgado), debido a que los aumentos de proteína cruda por encima del nivel mencionado son proteína degradable que no puede ser utilizada por los microorganismos del rumen, ya que rebasan su capacidad de síntesis de proteína (Chalupa, 1995).

La proteína es el principal nutriente que el forraje proporciona y es probablemente la razón principal de que un forraje en particular sea administrado. (González, 1995).

La utilización de la proteína en raciones con alfalfa se puede mejorar con la suplementación de fuentes de proteína con baja degradabilidad ruminal o incrementando la proteína microbiana sintetizada en el rumen mediante la adición de fuentes de energía fermentable en el rumen (Satter, 1999). Basigalup, (2016)

menciona la relación que hay entre el contenido de nitrógeno total del forraje de alfalfa y el contenido de proteína cruda en la ecuación: (% de Nitrógeno total de forraje) (6.25) = proteína cruda.

2.7. Fibra Detergente Neutra Y Fibra Detergente Acida.

El método de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) desarrollado por Goering & Van Soest, (1970), es considerado un patrón para la caracterización de la calidad de forrajes. El valor nutritivo de los forrajes es el producto de la concentración de nutrientes, consumo, digestibilidad y metabolismo de los productos digeridos por los animales (Buxton et al., 1996).

Los nutrientes en los forrajes que proporcionan energía son los carbohidratos, proteínas y lípidos, pero los primeros son los más importantes, porque generan más del 80 % de la energía. En general, los carbohidratos se clasifican en aquellos que están en los contenidos celulares, los cuales son casi completamente digestibles y los que componen las paredes celulares, son menos digestibles y con gran variación en su digestibilidad. La relación entre la digestibilidad de los forrajes y el contenido de paredes celulares o fibra detergente neutro (FDN) es inversa. El contenido bajo de paredes celulares de la alfalfa favorece su valor energético, fermentación en el rumen y consumo por los animales (INIFAP, 2000).

2.8 Energía Neta de Lactancia.

Los forrajes no tienen un valor único de energía para todas las funciones de los animales, debido a que la energía se utiliza con una eficiencia diferente para cada una de ellas. Al valor energético de los alimentos para la producción de leche en el sistema de los Estados Unidos de América se le denomina energía neta de lactancia (EN). Las estimaciones de energía neta de lactancia de los forrajes, generalmente se obtienen a partir de determinaciones de fibra detergente ácido (FDA). Esta determinación incluye las sustancias menos digeribles de la pared celular como son la celulosa y lignina. En la Comarca lagunera se ha establecida una relación entre energía neta de lactancia y la fibra detergente ácida por medio de la siguiente ecuación de regresión. Energía neta de lactancia=2.0791-0.0193(FDA) Mcal/kg de MS. $r^2=0.86$ (INIFAP, 2000).

2.9 Digestibilidad.

La digestibilidad se refiere a la parte del forraje consumido que no es excretado en las heces fecales. Debido a que en las excreciones fecales existen sustancias que no provienen de los forrajes, este término es llamado digestibilidad aparente. La digestibilidad se puede determinar con animales (digestibilidad in vivo o in situ) o también en el laboratorio (digestibilidad in vitro). Ambas determinaciones están relacionadas entre sí, aunque normalmente la digestibilidad in vitro puede ser mayor que la obtenida in vivo, ya que no considera el efecto del nivel de consumo de los animales y la tasa de paso a través de su tracto digestivo. La importancia de la digestibilidad de los forrajes se puede

manifestar en aumentos de 0.170 kg en el consumo de materia seca y de 0.250 kg en la producción de leche por vaca por día por unidad de incremento en la digestibilidad (Allen y Oba, 1996).

Para la comarca lagunera se establece una relación entre la digestibilidad in vitro y la fibra detergente neutro expresada en la ecuación de regresión lineal. Digestibilidad in vitro = $99.07 - 0.690(\text{FDN})$. $r^2 = 0.83$ (INIFAP, 2000).

2.10 Factores que afectan el valor nutritivo de la alfalfa.

La madurez de la planta es el factor que más la afecta morfológicamente y determina la calidad del forraje. La pérdida de la calidad de un forraje con la madurez es el resultado de la disminución de la relación hoja/tallo y de la disminución de la calidad de los componentes del tallo (Nelson & Moser, 1994).

2.10.1 Estación del año.

Existen investigaciones que indican que la alfalfa disminuye su digestibilidad en verano en comparación con la primavera (Van Soest, 1996). En la región lagunera, se ha observado que, en el verano, la digestibilidad de la alfalfa es menor que en la primavera principalmente en estados avanzados de la floración.

De los factores ambientales, la luz promueve la síntesis de carbohidratos solubles y por lo tanto aumenta la digestibilidad. Otro factor ambiental que afecta el valor nutritivo de los forrajes es la temperatura (Buxton y Fales, 1994). Las temperaturas altas disminuyen la digestibilidad debido al aumento en la

concentración de la fibra y reducción de carbohidratos solubles y proteínas; además, también se ha reportado que promueve un aumento del grosor de las paredes celulares (Wilson y Ford, 1973).

2.10.2 Variedades.

Existen evidencias que la variación genética en alfalfa permite tener variedades superiores hasta en seis unidades porcentuales en digestibilidad (Coors et al., 1986). Por otra parte, Vaughn et al., (1990) reportan variedades superiores en más de cinco unidades en su contenido de proteína cruda. En la región lagunera, las diferencias en proteína cruda entre las variedades han sido hasta de 2.5 unidades porcentuales y de tres a cuatro unidades porcentuales en TND.

Las variedades de alfalfa de alta calidad nutritiva denominadas HQ (High Quality) pueden tener mayor digestibilidad y energía neta de lactancia. Estas diferencias equivalen a 100 kg de leche más por cada tonelada de materia seca en comparación a variedades normales de acuerdo a estimaciones realizadas con el programa Milk 95 (Undersander et al., 1993).

2.10.3 Etapa de madurez.

La decisión de cuando realizar el corte es importante porque afecta la producción, calidad nutritiva y productividad de la alfalfa. El corte de la alfalfa en estado de botón permite obtener forraje con mayor valor nutritivo, pero menos rendimiento; además que afecta la vida productiva de los alfalfares. El porcentaje de proteína cruda y la energía neta de lactancia disminuyen a medida que avanza

el estado de desarrollo de la alfalfa, mientras que la concentración de fibra detergente neutro aumenta con el estado de madurez. Las relaciones mencionadas se manifiestan más cuando la alfalfa se henifica debido a la pérdida de hojas, ya que los tallos presentan una mayor disminución de su contenido de proteína y digestibilidad que las hojas (Kalu y Fick, 1983).

Existen evidencias que las vacas alimentadas con raciones con alfalfa cortada en estado de crecimiento vegetativo o botón producen más leche que cuando se proporciona alfalfa en floración (Kawas et al., 1989).

2.11 Métodos de conservación.

La alfalfa verde tiene más proteína y menos concentraciones de fibra y lignina que el heno o ensilado de alfalfa. Durante el henificado y ensilaje de la alfalfa pueden ocurrir reacciones ocasionadas por temperaturas altas que pueden inducir aumentos en las fracciones de fibra y disminución en la disponibilidad de la proteína. La proteína de la alfalfa ensilada es degradada por enzimas proteolíticas durante el proceso de ensilaje, lo cual ocasionada que hasta un 50% se encuentre en forma de nitrógeno no proteico (Wattiaux, 1999). Este cambio puede llegar a afectar la producción de leche de vacas alimentadas con ensilado de alfalfa (Broderick, 1995).

La alfalfa ensilada parece tener un valor nutritivo ligeramente mejor al heno de alfalfa. Para explicar dichas diferencias son que la alfalfa ensilada tiene una digestión más rápida y ocupa menos volumen en el rumen que el heno de alfalfa (Satter, 1999).

2.12 Fertilización de la alfalfa.

Dentro de los elementos esenciales para las plantas, además del carbono (C, que Constituye el 40-45% del peso seco de la planta), oxígeno (O, también un 40 - 45%) e hidrógeno (H, 5%), están los elementos con los cuales tenemos que enfrentarnos para manejar los distintos sistemas de producción agronómica: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl), sílice (Si) y cobalto (Co). Éstos representan alrededor del 5% del peso seco total de una planta, y son precisamente los que se determinan en el análisis de planta (Barbazán, 1998).

Los nutrimentos que requieren ser adicionados en el cultivo de alfalfa regularmente son nitrógeno (N) y fosforo (P) y ocasionalmente potasio (K) azufre (S) algunos micronutrientes como el hierro (Fe) manganeso (Mn) y zinc (Zn) (Cortes et al., 2003).

La alfalfa necesita absorber elementos mayores y elementos menores para un buen desarrollo (Ramírez, 1974).

Son importantes los aportes de fósforo y potasio en la etapa inicial, llegando a requerir de 100 a 300 kg ha⁻¹ de fósforo, y de 100 a 500 kg ha⁻¹ de potasio y solo de 20 a 60 kg ha⁻¹ de nitrógeno (Rodríguez, 1989).

2.12.1 Nitrógeno.

Este cultivo llega a fijar hasta 463 kg de nitrógeno atmosférico por hectárea y año, (Vence *et al.*, 1988). Las leguminosas como la alfalfa sólo necesitan de 20 a 60 kg por ha⁻¹ de nitrógeno en su etapa inicial hasta que se forman los nódulos de *Rhizobium* (Rodríguez, 1989).

La fertilización nitrogenada de la alfalfa es una práctica cuestionada generalmente en los alfalfares establecidos, porque la planta asimila el nitrógeno atmosférico que la bacteria *Rhizobium meliloti* fija simbióticamente en los nódulos formados en sus raíces y el abonado nitrogenado no mejora la producción anual de forraje o lo hace de una forma no rentable (Lee y Smith, 1972).

El mayor aporte de N en la agricultura se da a través de la adición de fertilizantes nitrogenados, el cual se obtiene por síntesis química y es adicionado en forma de nitratos, urea, sales de amonio etc. (Black, 1975).

2.12.2 Fosforo.

En cuanto al fósforo es un elemento importante para el logro de incremento en la producción y aprovechamiento del nitrógeno por parte de la planta; por otro lado, algunos autores han demostrado que el potasio y elementos menores son esenciales para el crecimiento vigoroso de la alfalfa (Langer M, 1981).

El fósforo juega un papel importante en varias funciones fisiológicas de la alfalfa, puesto que, estimula el crecimiento radicular, favorece y regula los procesos generativos, actúa en procesos de síntesis vegetal y regula la asimilación y utilización nitrogenada por la planta (Del Pozo, 1983; Claro, 1993).

Duarte, (2010) señala que la fertilización inicial arrancadora de la alfalfa está asociada básicamente al uso de fuentes fosforada de rápida disponibilidad, la velocidad de liberación del fósforo a partir de la base sólida del suelo es, a veces menor a la capacidad de absorción de las raíces. Ante lo cual las plantas pueden sufrir deficiencias. La fertilización con fósforo de rápida disponibilidad hace crecer abruptamente su cantidad en solución y ayuda al mejor crecimiento inicial del cultivo. En diversos estudios realizados en la región, aunque no publicados, se ha encontrado respuestas en rendimiento a la aplicación de fosforo, por esta razón se sugiere fertilizar la alfalfa con una aplicación anual de fosforo a razón de 6.7 kg de P_2O_5 /ton de forraje seco que se pretenda cosechar. Esto es equivalente a 14.5 kg de superfosfato de calcio triple (46% P_2O_5) por tonelada de forraje seco por producir (INIFAP, 2000).

La dosis mínima de fósforo necesaria para un buen establecimiento fluctúa entre 120 y 150 kilos de P_2O_5 ha^{-1} , dependiendo del nivel de fósforo en el suelo. Se recomienda aplicar este elemento en línea bajo las semillas, como superfosfato normal. En la gran mayoría de los casos, los suelos tienen niveles bajo a muy bajo de fósforo disponible, por lo cual no se puede obviar la aplicación de este elemento en dosis alta. Lo más deseable es incorporar el máximo posible de fósforo al suelo al momento de la siembra, ya que en los años siguientes, este solo pueden ser distribuido en superficie (Acuña, 1992).

Un buen desarrollo se obtiene por la aplicación de 255 kg ha^{-1} de superfosfato simple, directamente debajo de la semilla de siembra, de 2.5 a 5.0 cm. Esta aplicación promueve el crecimiento rápido, hasta que el cultivo tiene un

sistema radicular suficiente para usar el fósforo aplicando al voleo y mezclado con el suelo (Cooke, 1984).

2.12.3 Potasio.

El K actúa como catalizador y regulador de las funciones fisiológicas básicas de la planta, por lo que favorece la sanidad y resistencia a enfermedades de la misma. Así, aumenta la resistencia a la sequía y a las heladas, a enfermedades criptogámicas y, juntamente con el fósforo, favorece el desarrollo radical, sin embargo, no es necesario suministrarlo ya que se encuentra disponible en la mayoría de los suelos de México (Del Pozo, 1983; Claro, 1993). El fertilizante potásico, necesario en suelos con contenido medio a bajo, se recomienda aplicarlo uno o dos meses después de la siembra (septiembre-octubre). Del mismo modo, las plantas extraen potasio en gran cantidad, especialmente en el caso de la alfalfa dedicada a cosecha de forraje, es necesario retornar al suelo este elemento a la forma de fertilizantes químicos para asegurar una producción sostenida (Acuña, 1992).

2.12.4 Calcio Y Magnesio.

La alfalfa por pertenecer a la familia de las fabáceas hace un notable consumo de Ca y Mg, de contenerlos el suelo en proporciones suficientes para el requerimiento de la planta, hace necesario solamente el agregar fertilizantes, fosfatados y potásicos (Juncafranca, 1983).

2.13 Relación de la Calidad de forraje con fertilización mineral N, P, K, Ca.

La fijación de Nitrógeno (N) en alfalfa en su relación simbiótica altamente específica con el *Rhizobium melilotii* le otorga a la planta relativa independencia del nitrógeno del suelo (Wall & Favelukes, 1991), pero una dependencia importante del fósforo para el desarrollo nodular, lo que repercute en una mayor calidad del forraje producido (Boschetti et al., 1998).

Los valores encontrados en los alfalfares laguneros son particularmente superiores sobre todo en nitrógeno, potasio y calcio, en comparación con los reportados de dos regiones alfalfares en los Estados Unidos. En el caso del nitrógeno, las diferencias son atribuidas al más alto contenido de proteína cruda de las alfalfas regionales. Esto a su vez indica una mayor cantidad de nitrógeno en el cultivo proveniente muy probablemente de la fijación biológica. También se conoce que los suelos de la Región Lagunera son extremadamente ricos en potasio y calcio asimilables (INIFAP, 2000).

Sanderson, (1993) encontró en alfalfa que la concentración de la FDN se incrementó con el aumento de dosis de fertilizante fosfatado, mientras que la digestibilidad in vitro de la materia seca decreció, como consecuencia de una mayor maduración de la planta.

El fósforo (P) influye de manera importante en el crecimiento de la alfalfa, y su deficiencia reduce la cantidad y calidad del forraje (Picone *et al.*, 2003; Mikkelsen, 2004). La alfalfa muestra respuesta significativa al incremento en las dosis de aplicación de P (Berrada y Westfall, 2005).

El Fósforo (P), que supone de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. Por otra parte, el Potasio (K), supone del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, mientras que el Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. (FAO, 2002).

El potasio es el elemento mineral clave para la obtención de máximo rendimiento y calidad en alfalfa. Si el potasio no se encuentra presente en cantidades adecuadas, el alfalfar rápidamente se degrada y es remplazado por malezas. (Moreno y Talbot., 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del experimento

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

3.2 Preparación del terreno

El terreno fue preparado con las siguientes labores; subsuelo, barbecho, rastreo y se niveló con rayo láser, la superficie de la melga constó de 19 metros de ancho por 146 metros de largo.

3.3 Siembra

Para la siembra se utilizó la sembradora brillion con su respectiva nivelación para semillas. La variedad utilizada fue SW10, la densidad de semilla es de 40 kilogramos por ha^{-1} , la fecha de siembra fue el 12 de diciembre del año 2014 y esta se realizó en suelo seco.

3.4 Riego

El sistema de riego que se utilizó en el cultivo fue riego por gravedad. Se aplicaron dos riegos de pre siembra con lámina de 5 cm para tener una buena germinación y emergencia del cultivo. Se aplicó un riego a los ocho días después

de cada corte con una lámina de riego aproximada de 15 cm con fechas de 30 septiembre, 18 noviembre del 2015 y el 26 marzo 2016.

3.5 Fertilización

Para la determinación de las dosis de fertilización se realizó un análisis de suelo en el área de estudio para determinar la concentración de nutrimentos y las características físicas y químicas del suelo. Para completar la dosis de fertilización de cada tratamiento se utilizó fertilizantes inorgánicos. Los tratamientos de fertilización se aplicaron en banda sobre el suelo después del corte y antes del riego, en una sola aplicación. Se aplicó una fertilización de base en pre siembra en forma general con la dosis de 30 unidades de nitrógeno y 100 unidades de fósforo. Se aplicaron tratamientos de re-fertilización después del corte de la alfalfa una sola vez con fecha de 8 septiembre 2015.

3.6 Dosis de fertilización

Se aplicaron cuatro dosis de fertilización y un testigo absoluto.

Cuadro 2. Dosis de fertilización en calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

Tratamientos	N₂ Kg ha⁻¹	P₂O₅ Kg ha⁻¹	K₂O Kg ha⁻¹	MgO Kg ha⁻¹
1	10	50	50	30
2	21	100	100	45
3	32	150	150	60
4	42	200	200	75
Testigo	0	0	0	0

Las fuentes de fertilizantes que se utilizaron para proporcionar las dosis de fertilización fueron de fosfato mono amónico (11-52-00) cloruro de potasio (00-00-62), sulfato de magnesio (00-00-00-16).

A todos los tratamientos se les agrego 250 kilos por ha de yeso agrícola, 20 kilos por ha de sulfato de zinc, 10 kilos por ha de sulfato de cobre y 3 kilos por Ha de ácido bórico.

3.7 Cosecha

Se realizó la cosecha del forraje cuando la planta tuvo un 10 % de floración, con altura de corte de 5 cm y periodo de 25 a 40 días entre cortes. Se evaluaron dos cortes con fechas de 22 septiembre y 10 noviembre del 2015.

3.8 Diseño experimental

El diseño del experimento fue en bloques completamente al azar con cuatro tratamientos de fertilización, cuatro repeticiones y un testigo absoluto, cada unidad experimental tuvo una medida de 10 metros de largo y 3 metros de ancho, la parcela útil consistió de tres cuadros de un m² dentro de la unidad experimental.

3.9 Variables evaluadas.

Se determinó el porcentaje de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente acida, energía neta de lactancia y porcentaje de digestibilidad.

- **Materia Seca (MS).**

Se tomó una muestra de forraje verde y se pesó, luego se metió en la estufa a una temperatura de 60°C por 48 horas para después volver a pesar la muestra seca, se determinó el % de materia seca mediante la siguiente fórmula:

$$\% MS = \left(\frac{\text{Peso verde} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \right) \times 100$$

- **Proteína Cruda (PC).**

El contenido de proteína cruda se determinó según el método de semimicro-Kjeldahl modificado, utilizando la siguiente fórmula de acuerdo a Viliama, (2013).

$$(CP = N \times 6.25)$$

Donde:

CP = proteína cruda

N= concentración foliar de nitrógeno

6.25= constante.

- **Fibra Detergente Neutro (FDN).**

Material y equipo:

Aparato digestor de fibra

Probeta graduada de 100ml

Vasos de berzelius

Agitador de vidrio con gendarme

Papel filtro o tela a peso constante

Balanza analítica

Embudo de porcelana Buchner

Desecador de vidrio

Reactivos;

1.- Solución neutra detergente

2.- Alfa-amilasa

3.- Acetona

Procedimiento:

1.- Preparación de la muestra:

- a. Moler la muestra asegurándose que el tamaño de partícula sea de 1 mm.
- b. Pesar aproximadamente 0.5 g (+/-0.5g) de muestra molida y secada a 105 °C durante 24 horas y colocarla en un vaso de precipitado berzelius apropiado al condensador del aparato de digestor.

2.- Para procesar la muestra añadir 100ml de solución detergente neutro (SDN) al vaso de digestión.

3.-Encender el sistema de enfriamiento 20 minutos antes de iniciar el proceso de digestión y calentar el aparato digestor de fibra de 5 a 10 minutos antes de iniciar el proceso de digestión.

4.-Reducir el calor cuando empiece a hervir la muestra para evitar la formación de espumas.

5.- Agregar de .2 a .5 ml de alfa-amilasa bacteriana termostable, actividad =340,000 modificado de Wohlmeth unidades /ml al vaso durante la digestión.

6.- Mantener la digestión por 60 minutos contando desde el momento que empiece a hervir.

7.- Filtrar en matraz Kitazato a través de un embudo bushner con la tela previamente tarada, lavar dos veces con agua caliente.

8.- Repetir el lavado con acetona hasta que desaparezca el olor

9.- Secar el papel con la fibra en la estufa a 100°C por toda la noche.

10.- Colocarlo en el desecador de vidrio por una hora y pesar.

Cálculos:

$$\% FDN = \frac{\text{Peso final del papel} - \text{Peso inicial del papel}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

● **Fibra Detergente Acido (FDA).**

Precauciones:

1. La acetona es altamente inflamable. Manipular la acetona con la campana funcionando evitar la inhalación y el contacto con la piel.
2. El CTAB puede irritar las mucosas. Usar mascara y guantes cuando esté manipulando este reactivo siempre bajo campana.
3. Asegurarse que el tamaño de partícula de la muestra sea de 1mm.

Equipamiento

Aparato digestor de fibra

Probeta de 100ml

Balanza analítica de precisión con una aproximación de 0.0001gr.

Papel filtro o tela a peso constante

Vasos de berzelius

Agitador de vidrio con gendarme.

Embudo de porcelana Buchner.

Reactivos:

a.- Solución de Detergente Ácido (SDA): por cada litro de solución

-20 g bromuro de cetil trimetilamonio (CTAB o Cetrimida)

-27.7 ml ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado.

b.- Acetona. Use un grado que esté libre de colores y que no tenga niveles elevados de evaporación.

Procedimiento:

1.- Preparación de la muestra:

a. Moler la muestra asegurándose que el tamaño de partícula sea de 1mm.

b. Pesar aproximadamente 0.5 g (+/-0.5g) de muestra molida y secada a 105 °c durante 24 horas y colocarla en un vaso de precipitado berzelius apropiado al condensador del aparato de digestor.

2.- Para procesar la muestra añadir 100 ml de solución detergente acido (SDA) al vaso de digestión.

3.- Encender el sistema de enfriamiento 20 minutos antes de iniciar el proceso de digestión y calentar el aparato digestor de fibra de 5 a 10min antes de iniciar el proceso de digestión.

4.- Reducir el calor cuando empiece a hervir la muestra para evitar la formación de espumas.

5.- Agregar de .2 a .5 ml de alfa-amilasa bacteriana termostable, actividad =340,000 modificado de Wohlmeth unidades/ml al vaso durante la digestión.

6.- Mantener la digestión por 60 minutos contando desde el momento que empiece a hervir.

7.- Filtrar en un matraz kitasato a través de un embudo de porcelana buchner con la tela o papel filtro previamente tarada, lavar dos veces con agua caliente.

8.- Repetir el lavado con acetona hasta que desaparezca el olor.

9.- Secar el papel con la fibra en la estufa a 100°C por toda la noche.

10.- Colocarlo en el desecador de vidrio por una hora y pesar.

Cálculos:

$$\% FDA = \frac{\text{Peso final del papel} - \text{Peso inicial del papel}}{\text{g de la muestra}} \times 100$$

● **Energía neta de lactancia (ENL).**

En la comarca lagunera se ha establecido una relación entre energía neta de lactancia y la fibra detergente acida por medio de la siguiente ecuación de

regresión. Energía neta de lactancia= $2.0791-0.0193(\text{FDA})$ Mcal/kg de MS. $r^2=0.86$ (INIFAP, 2000).

- **Digestibilidad.**

Para la comarca lagunera se establece una relación entre la digestibilidad in vitro y la fibra detergente neutro expresada en la ecuación de regresión lineal.

Digestibilidad in vitro = $99.07-0.690(\text{FDN})$. $r^2=0.83$ (INIFAP, 2000).

3.10 Análisis estadístico.

Los resultados se sometieron al análisis de varianza (ANDEVA) y cuando se encontraron diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de tratamiento por el método de Tukey ($p=0.05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Características químicas de suelo en el área experimental.

En el cuadro tres se presentan las características de suelo del área de estudio.

Cuadro 3. Resultados obtenidos del análisis de suelo del área experimental de la presente investigación en la UAAAN-UL, en calidad de la alfalfa bajo dosis de fertilización mineral con nitrógeno y fósforo.

Característica de suelo	Muestra de suelo	Rango optimo
pH	8.23 MA	6.5-7.5
Materia Orgánica (%)	1.63 P	>3.0
Nitrato de Nitrógeno (ppm)	8.70 B	>30.0
Fósforo disponible (ppm)	3.00 B	>30.0
Carbonato total (%)	17.60 A	<15.0
Potasio (ppm)	271.0 A	>170.0
Conductividad Eléctrica (ms/cm)	0.89 NS	2.0-8.0

MA= Medianamente Alcalino P= Pobre B= Bajo A=Alto NS= No Salino

4.2 Porcentaje de Materia Seca.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de materia seca. El tratamiento N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg fue superior con respecto al testigo en 1.52 en el porcentaje de materia seca en el primer corte (figura 1). INIFAP, (2012) reporta porcentajes de 21.32 de materia seca mismos que son inferiores a 29.77 % obtenidos en el presente trabajo. Guanopatin, (2012) en un estudio de fertilización foliar de alfalfa con biol de estiércol vacuno reporta un 24.18 % de materia seca valor que es inferior a los obtenidos en esta investigación. Por otra parte, Gonzales et al., (1992), obtuvieron valores de 21.30 % de materia seca por corte, los cuales son inferiores a 29.77 valor máximo encontrado en el presente estudio.

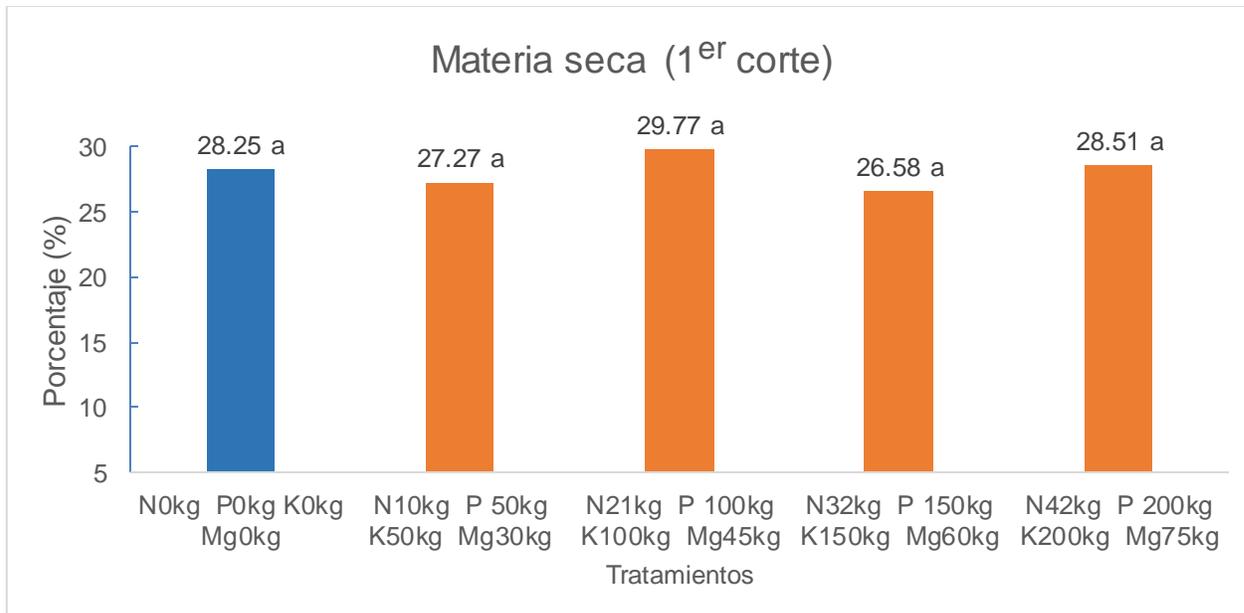


Figura 1. Porcentaje de Materia Seca en calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de materia seca. El tratamiento N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg fue superior con respecto al testigo en 1.52 en el porcentaje de materia seca en el segundo corte (figura 2). Gonzales et al., (1992), obtuvieron valores de 21.30 % de materia seca por corte, los cuales son inferiores a los valores encontrados en el presente estudio. Por otra parte, INIFAP, (2012) reporta porcentaje de 21.32 de materia seca, mismos que son inferiores a 23.29 y 24.43 % valores mínimo y máximo obtenidos en el presente trabajo. Los resultados obtenidos son similares a los resultados registrados por, Guanopatin. (2012) en un estudio de fertilización foliar de alfalfa con biol de estiércol vacuno donde reporta un 24.18 % de materia seca.

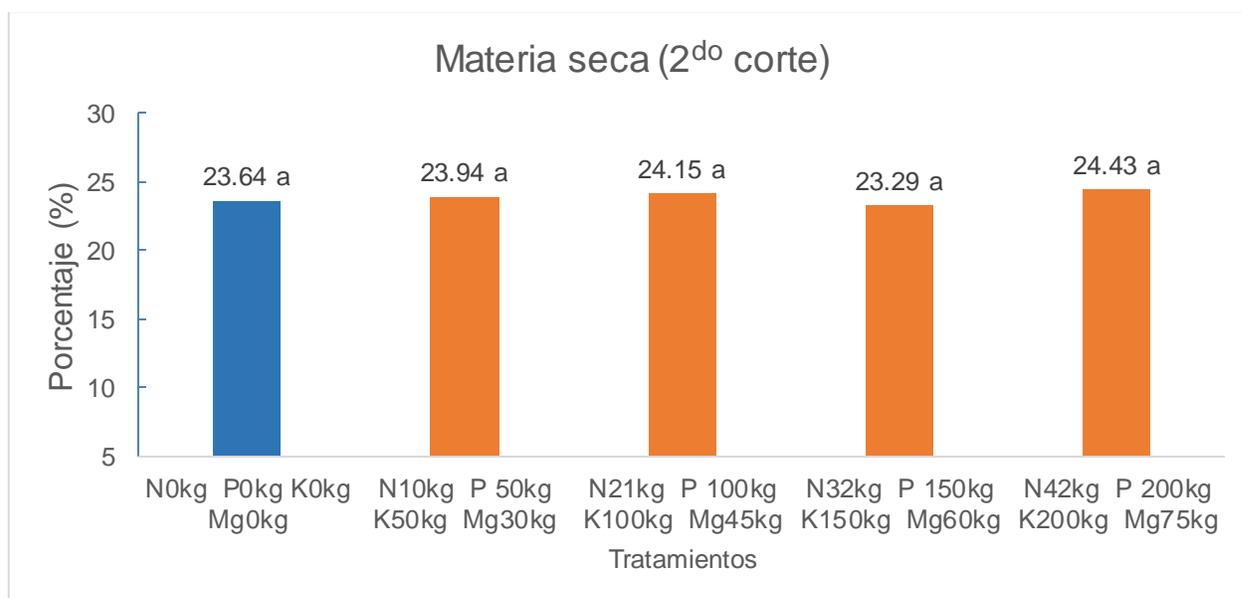


Figura .2 Porcentaje de Materia Seca del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

4.3 Porcentaje de Proteína Cruda.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de proteína cruda. El tratamiento 1) N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg fue superior con respecto al testigo en 0.5 en el porcentaje de proteína cruda en el primer corte (figura 3). Los porcentajes de proteína cruda de todos los tratamientos se consideran de calidad Premium (20-22 %) según Lloveras & Melines., (2015). Por otra parte, todos los valores obtenidos (20-21.42) en el presente trabajo coinciden con los obtenidos por Gallo et al., (2013), donde reportan rangos de 9.9 a 24.4 % de proteína cruda. Vázquez et al., (2010) en un estudio realizado con fertilización química con 30-100-00 obtuvo 23.8131 % de PC, valor que es superior en 2.3931 con respecto al tratamiento 1) N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg que fue el porcentaje mayor obtenido y mayor en 2.8931 con respecto al tratamiento no fertilizado N 0kg P 0kg K 0kg Mg 0kg.

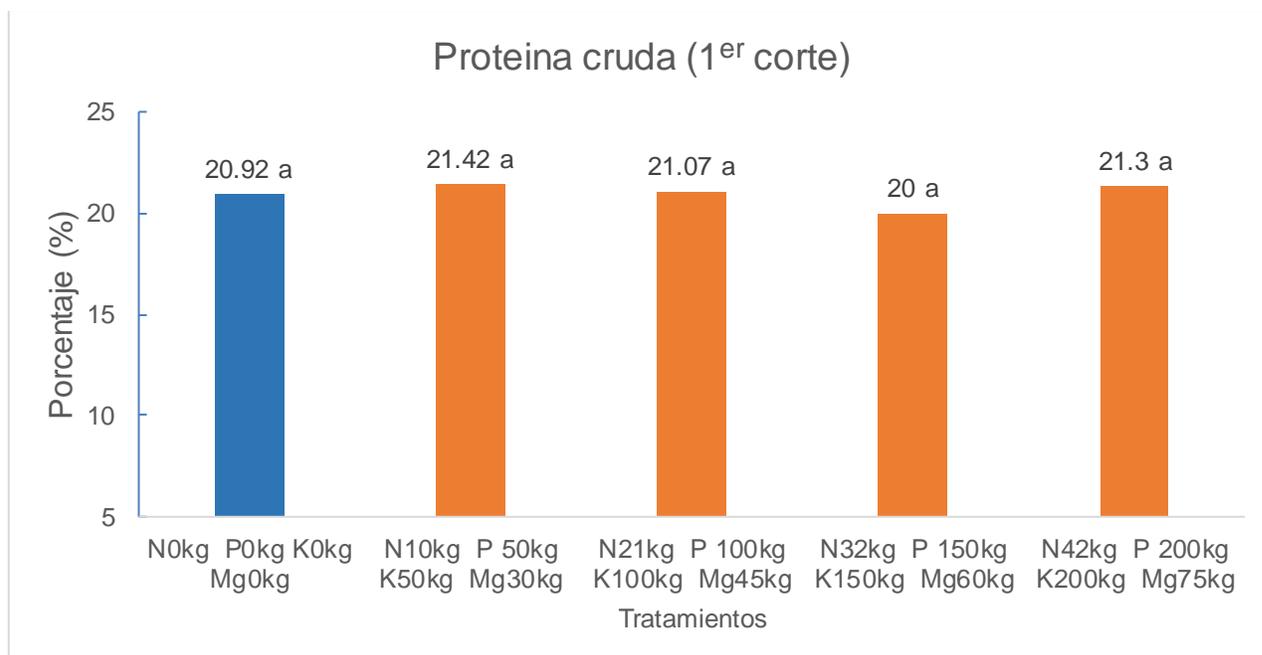


Figura 3. Porcentaje de Proteína Cruda del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de proteína cruda en el segundo corte figura 4. El tratamiento 2) N21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg fue superior con respecto al testigo en 1.73 en el porcentaje de proteína cruda en el segundo corte (figura 4), este porcentaje de proteína cruda se considera de calidad suprema (>22), mientras que el resto de los tratamientos son de categoría Premium (20-22) (Lloveras & Melines, 2015). Los resultados obtenidos en % Proteína Cruda son menores a los registrados en el estudio realizado por Puente et al., (2002), donde al evaluar seis variedades de alfalfa señalan rangos de 24.65 a 26.42 % de proteína cruda. Por otra parte, López, (2012), registra en su estudio un 21.44 % de proteína cruda al evaluar con dosis de fertilización química con Urea y MAP de la variedad QUF 101, este porcentaje es inferior a los encontrados en este trabajo.

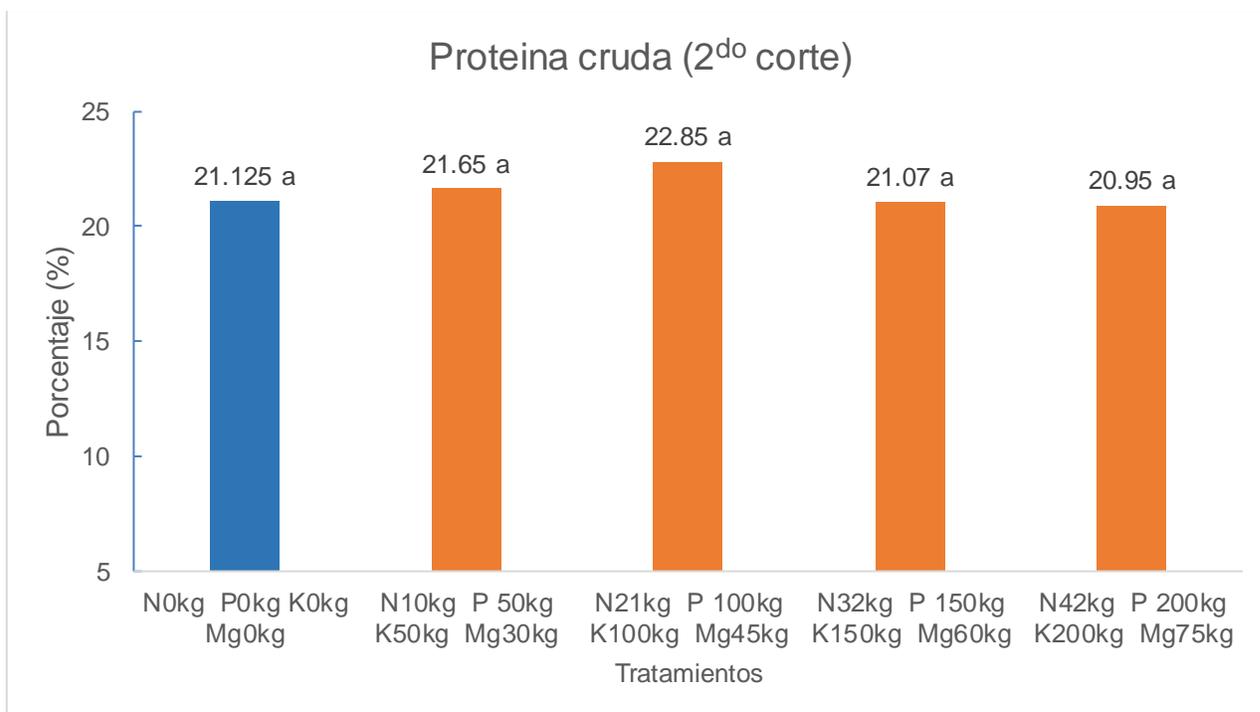


Figura 4. Porcentaje de Proteína Cruda del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

4.4 Porcentaje de Fibra Detergente Neutra.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de fibra detergente neutro en el primer corte (figura 5). Los tratamientos (1) N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg, (3) N 32kg P 150kg K 150kg Mg 60kg, (4) N 42kg P 200kg K 200kg Mg 75kg y el testigo con porcentajes menores a 34%, corresponden a la categoría de calidad suprema, siendo estos tratamientos de mejor calidad que el tratamiento (2) N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg con un porcentaje de 34.52 >34 es de categoría Premium (34-36) (Lloveras & Melines, 2015). La mayoría de los valores de FDN encontrados en el presente trabajo son inferiores a los encontrado por Vázquez et. al. (2010), donde al evaluar una dosis química de 30-100-00 obtuvo un porcentaje de 33.7605 este porcentaje es inferior en 0.7595 con respecto a 34.52 porcentaje máximo encontrado en la presente investigación. Por otra parte, Puente et al., (2002), al evaluar 6 variedades de alfalfa encontraron valores de 37.30-42.45 % de FDN, porcentajes que son superiores a 30.5-34.52 que fueron encontrados en esta investigación. López, (2012), al evaluar una dosis de fertilización química con Urea y MAP de la variedad QUF 101 registra en su investigación un 42.03 % de FDN, porcentaje que es superior a 34.52 valor máximo encontrado en la presente investigación, por otro lado, Lloverás & Melines, (2015) señalan que valores menores a 34 % es de mejor calidad.

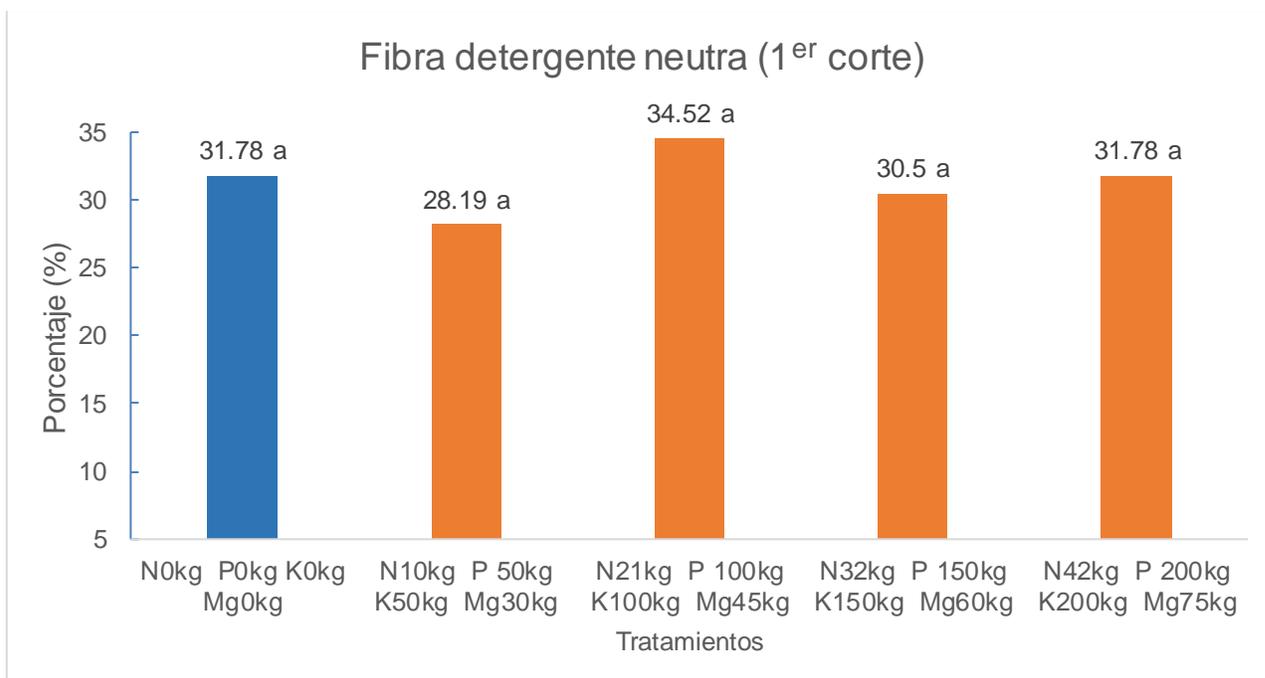


Figura 5. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de fibra detergente neutro en el segundo corte (figura 6). Los cuatro tratamientos y el testigo por tener un porcentaje menor de 34% de fibra detergente neutro se considera de categoría suprema (<34) (Lloveras & Melines, 2015). Los valores encontrados en esta investigación (25.493 a 28.815) son menores a los resultados obtenidos por Vázquez et al., (2010), donde al evaluar una dosis química de 30-100-00 obtuvieron un porcentaje de 33.7605, por otra parte, López, (2012), al evaluar una dosis de fertilización química con Urea y MAP de la variedad QUF 101 registra en su investigación un 42.03 % de FDN cuyo porcentaje son superiores a los resultados obtenidos en la presente investigación. Sin embargo, Lloverás & Melines, (2015) señalan que para ser de mejor calidad los valores deben de ser <34 %. Por otra parte, los valores obtenidos son menores a 36.6 valor reportado por Núñez et al., (2014).

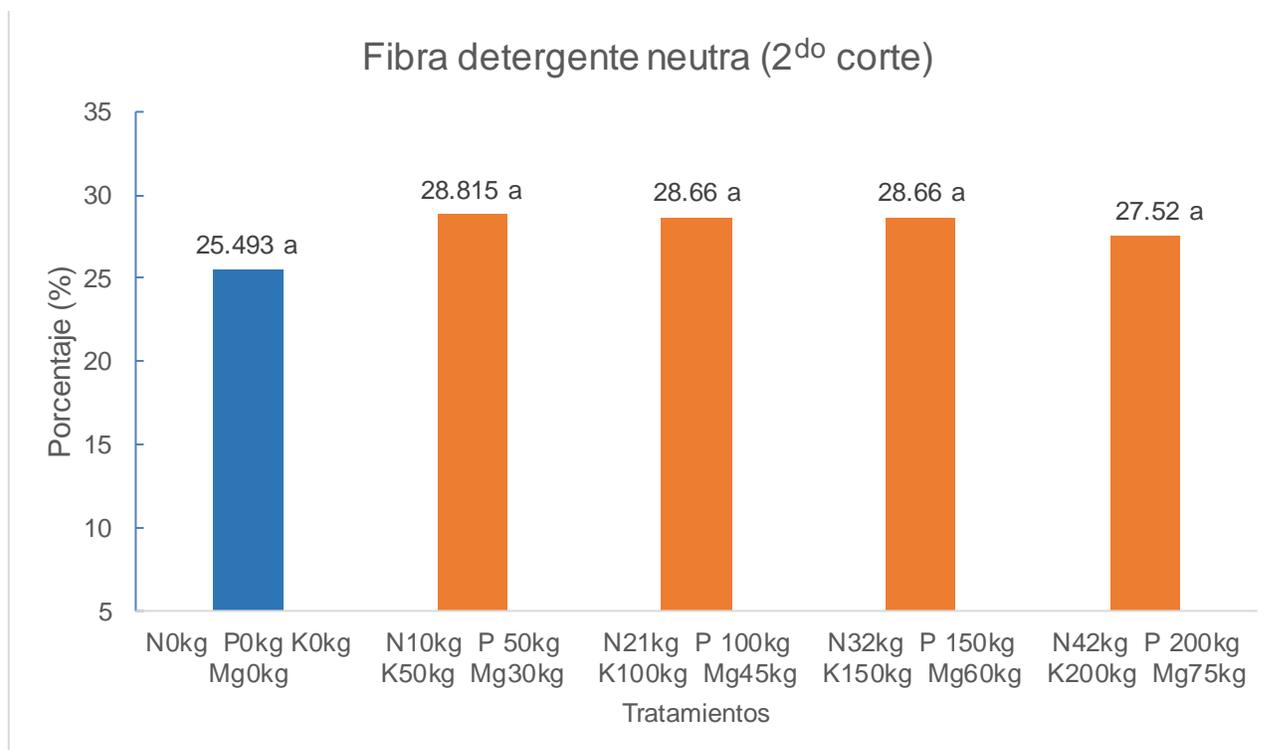


Figura 6. Porcentaje de Fibra Detergente Neutra del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

4.5 Porcentaje de Fibra Detergente Acida.

Se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de fibra detergente acido. En el primer corte (figura 7), Los tratamientos (1) N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg, (2) N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg se considera de calidad normal por obtener porcentaje que están dentro del rango 32-35 % de fibra detergente acido, para los tratamientos (3) N 32kg P 150kg K 150kg Mg 60kg, (4) N 42kg P 200kg K 200kg Mg 75kg y el testigo N 0kg P 0kg K 0kg Mg 0kg son de calidad corriente por tener valores superiores al 35 %, (Lloveras & Melines, 2015). Los valores encontrados en la presente investigación (32.89-43.52) son superiores y de menor calidad a los encontrados por Puente et al., (2002), donde al evaluar seis variedades de alfalfa en la comarca lagunera encontraron porcentajes de FDA de 17.47-23.72. Por otra parte, Vázquez et al., (2010), al evaluar una dosis química de 30-100-00 obtuvieron un porcentaje de 28.6047 de FDA, los valores encontrados en este trabajo son de menor calidad respecto a los valores encontrado por los autores mencionados de acuerdo a (Lloveras & Melines, 2015), donde señalan que valor inferior al 27 % es de mejor calidad.

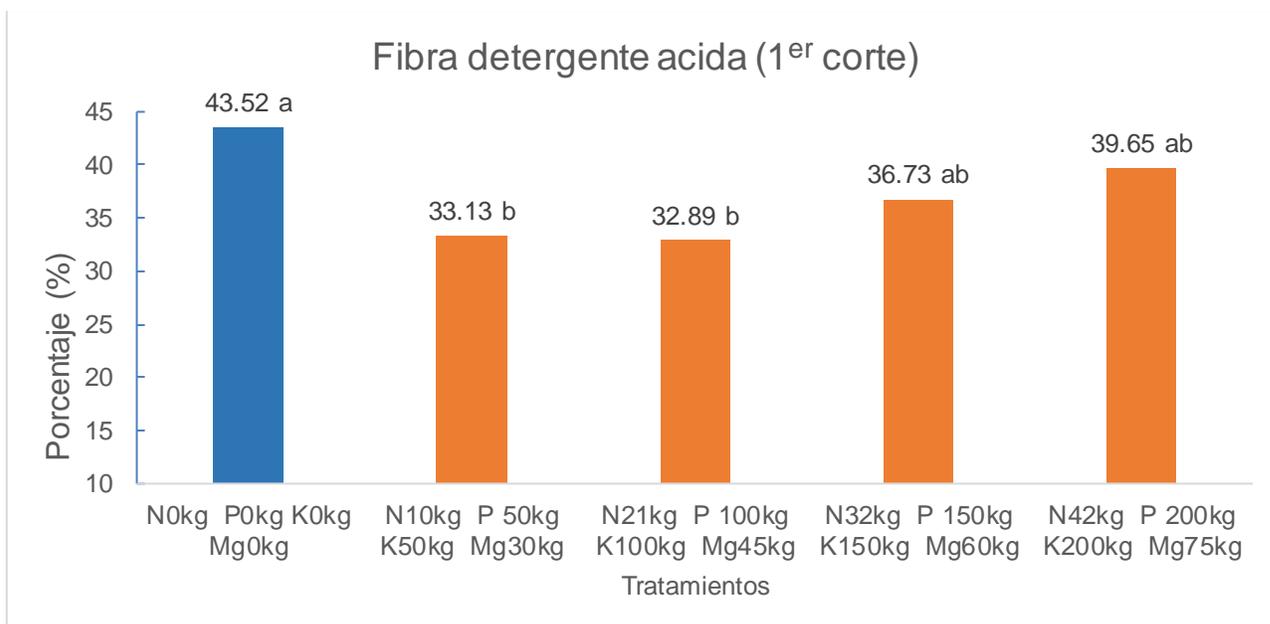


Figura 7. Porcentaje de Fibra Detergente Acida del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de fibra detergente ácido en el segundo corte (figura 8). El tratamiento (2) N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg con un valor de 26.37 se considera de calidad suprema (<27 %), los tratamientos 3) N 32kg P 150kg K 150kg Mg 60kg y (4) N 42kg P 200kg K 200kg Mg 75kg con porcentajes entre (27-29) % corresponden a calidad Premium, en cambio el tratamiento (1) N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg y el testigo N 0kg P 0kg K 0kg Mg 0kg son de calidad buena por sus porcentajes entre 29-32%, de acuerdo a, Lloveras & Melines, (2015). Los valores de todos los tratamientos (26.37 a 29.40) de FDA son semejantes a los encontrados por (Gallo et al., 2013) donde reportan rangos que van de 24.6 a 47.1%. Por otra parte, el tratamiento 3) N 32kg P 150kg K 150kg Mg 60kg con un porcentaje 28.76 es similar a 28.6047 valor encontrado por (Vázquez et al., 2010), en su investigación con fertilización química 30-100-00, estos mismos autores al evaluar con dosis de estiércol señalan valores 29.2665 y 29.5359 estos porcentajes son similares a 29.17 y 29.40 encontrados en el presente estudio.

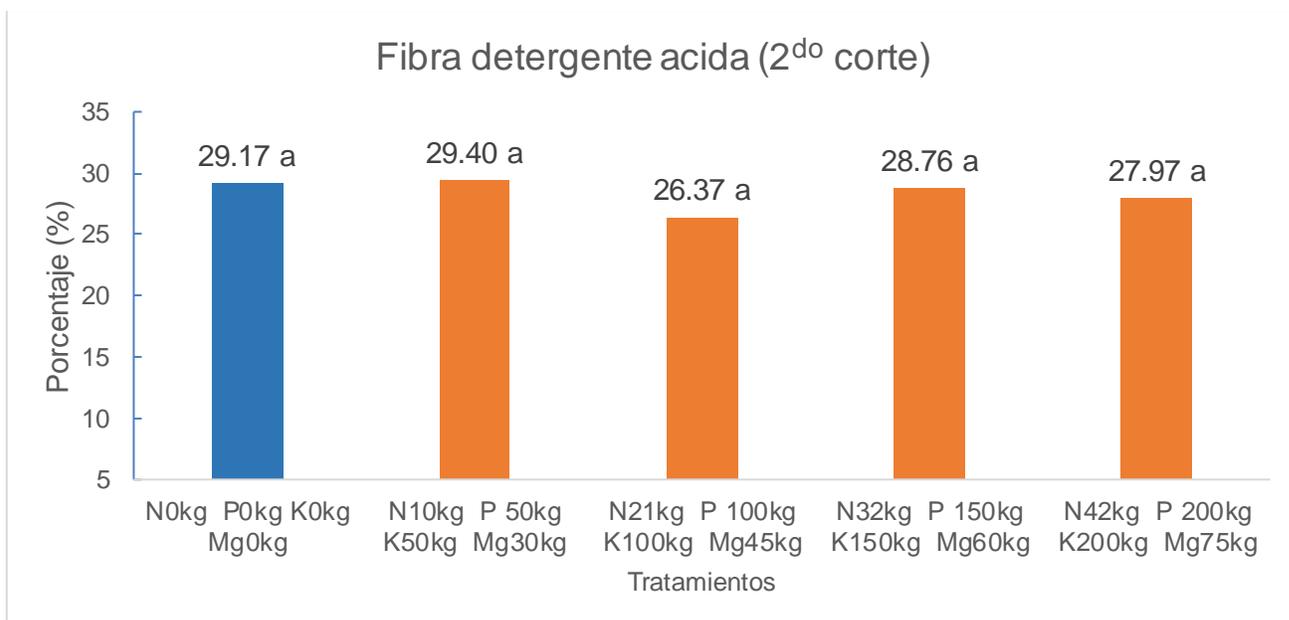


Figura 8. Porcentaje de Fibra Detergente Acida del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

4.6 Porcentaje de Energía Neta de Lactancia.

Se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de energía neta de lactancia. El tratamiento 2) N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg fue superior con respecto al testigo en 0.2 en el porcentaje de energía neta de lactancia en el primer corte (figura 9). Los tratamientos 1) N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg y 2) N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg de acuerdo a Núñez et al., (2014) son de buena calidad (primera), estos autores mencionan valores recomendados para heno de alfalfa de buena calidad nutricional (primera) porcentajes >1.40 para ganado lechero. El resto de los resultados de los tratamientos por sus valores inferiores a 1.40 como lo mencionan Núñez et al., (2014) se considera de segunda. Por otra parte, los valores encontrados en el presente estudio son inferiores a los registrado por Vázquez et al., (2010) donde reportan 1.8587 % de energía neta de lactancia, en su investigación con fertilización química 30-100-00. En relación a otros estudios de calidad nutricional de forrajes, Núñez et al., (2010) indican valores de 1.52 de energía neta de lactancia mismos que son superiores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación.

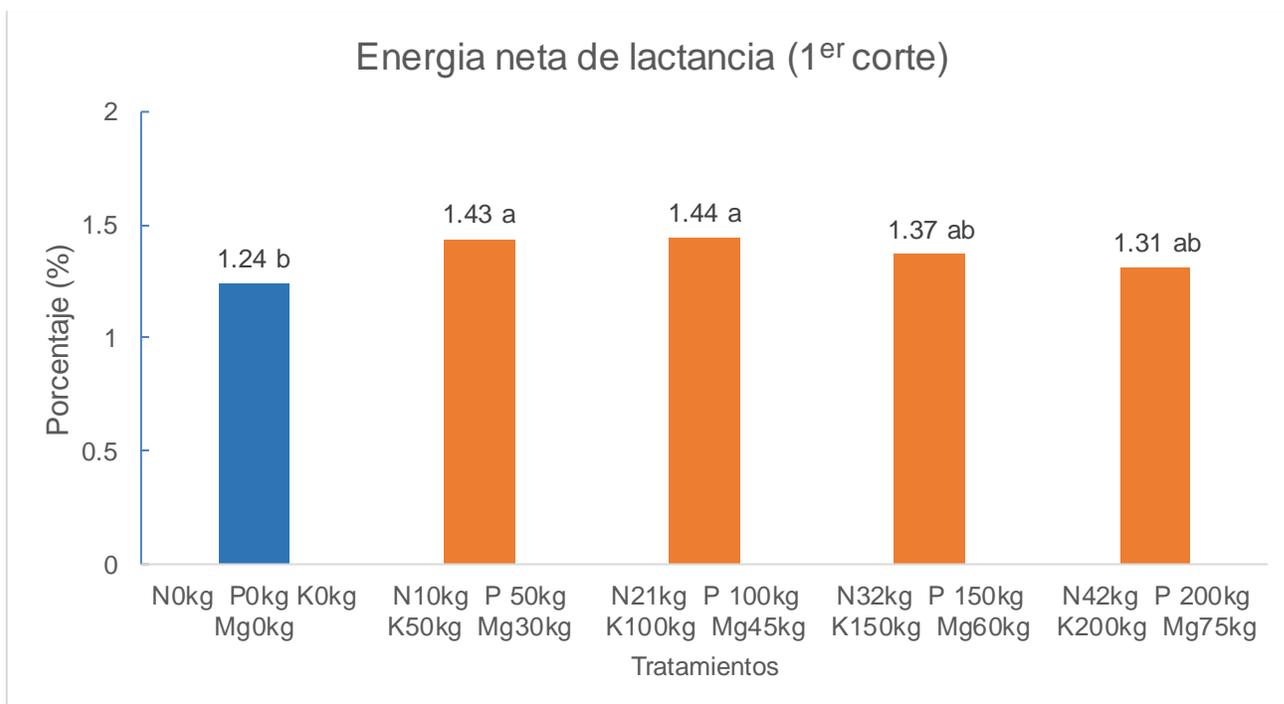


Figura 9. Porcentaje de Energía Neta de Lactancia del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de energía neta de lactancia. El tratamiento N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg fue superior con respecto al testigo en 0.06 en el porcentaje de energía neta de lactancia en el segundo corte (figura 10). Este porcentaje de energía neta de lactancia se considera de primera de acuerdo a Núñez et al., (2014) donde menciona que son de buena calidad (primera), porcentajes >1.40 para ganado lechero. Por otra parte, Vázquez et al., (2010) reportan 1.8587 % de energía neta de lactancia en su investigación con fertilización química 30-100-00, valores que son superiores a los porcentajes registrados en esta investigación. Los resultados obtenidos para el segundo corte son similares a los obtenidos por Núñez et al., (2010) donde indican valores de 1.52 de energía neta de lactancia.

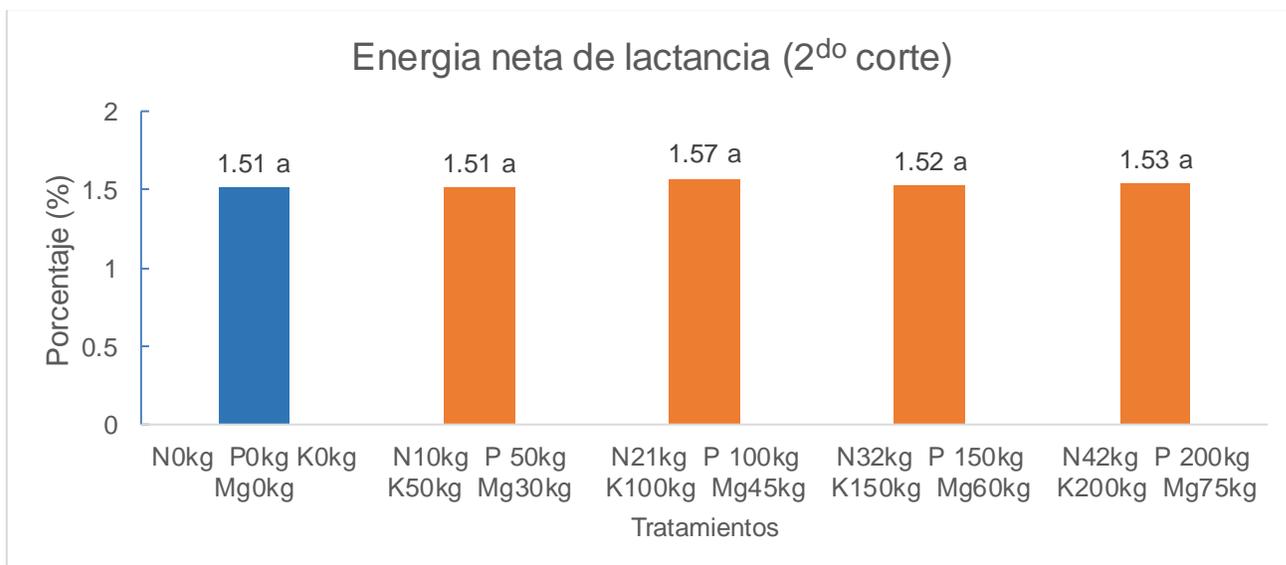


Figura 10. Porcentaje de Energía Neta de Lactancia del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

4.7 Porcentaje de Digestibilidad.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de digestibilidad. El tratamiento N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg fue superior con respecto al testigo en 2.48 en el porcentaje de digestibilidad en el primer corte (figura 11). Este porcentaje de digestibilidad se considera de calidad normal según INIFAP, (2000) donde menciona 79.6 % para calidad normal y 82.8 % para alta calidad. Por otra parte, los valores de digestibilidad obtenidos en el presente estudio son superiores a 58-61 % rangos que reportan Undersander et al., (1991), para un 10% de floración al momento de la cosecha. Los valores encontrados también son superiores a rangos de 52 a 71, porcentajes que reporta Zudizarreta, (1992), en muestras de alfalfa conservada tomadas en tambos y campos de invernada en la zona de Trenque Lauquen (Buenos Aires).

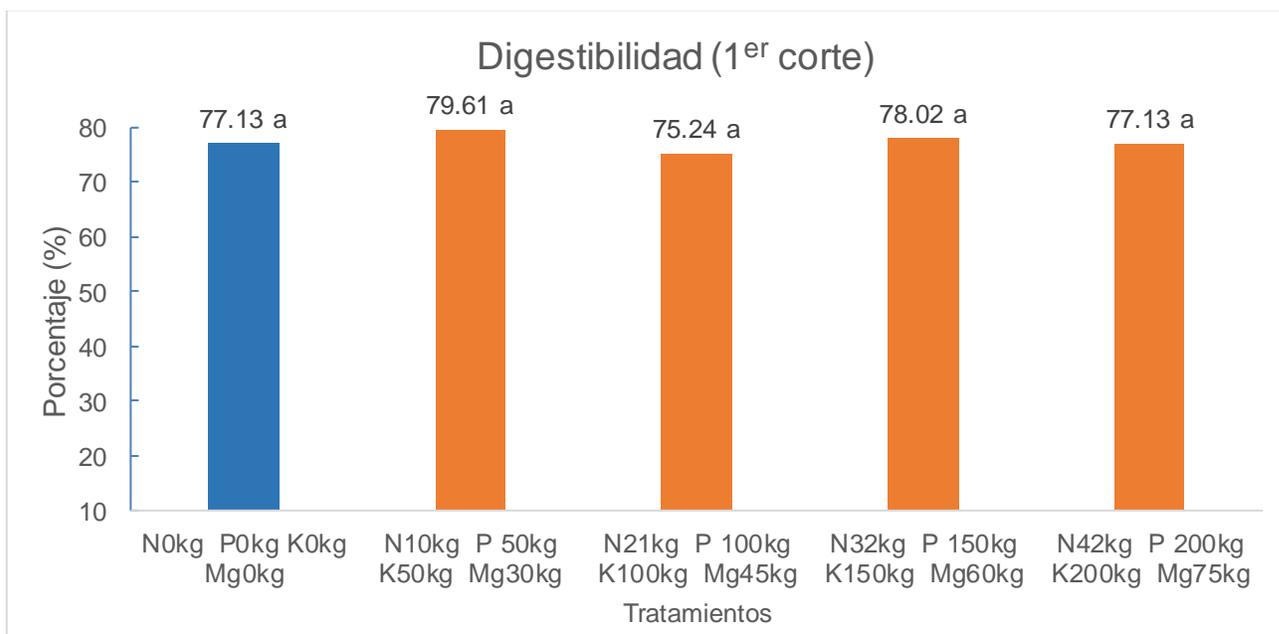


Figura 11. Porcentaje de Digestibilidad del primer corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

No se encontró diferencia significativa por efecto de la dosis de fertilización en el porcentaje de digestibilidad. El testigo N 0kg P 0kg K 0kg Mg 0kg fue superior con respecto al tratamiento en 1.4 en el porcentaje de digestibilidad en el segundo corte (figura 12). Este porcentaje de digestibilidad se considera de calidad normal de acuerdo a INIFAP, (2000) donde menciona un porcentaje de 79.6 para la calidad normal y 82.8 para alta calidad. Por otra parte, Romero et al., (1986) al efectuar una evaluación preliminar de la calidad de rollos realizadas con alfalfa en campos de la zona central de Santa fe, sus resultados de digestibilidad in vitro estuvieron entre un 45 y un 55 %, valores que son inferiores en comparación a los obtenidos en este trabajo de tesis. Mientras que, Zudizarreta, (1992) encontró una gran variabilidad en calidad en muestras de alfalfa conservada tomadas en tambos y campos de invernada en la zona de Trenque Lauquen (Buenos Aires), con valores máximos y mínimos de 71 y 52 % para digestibilidad, mismos que son inferiores a 79.18 y 81.48 encontrados en el presente estudio.

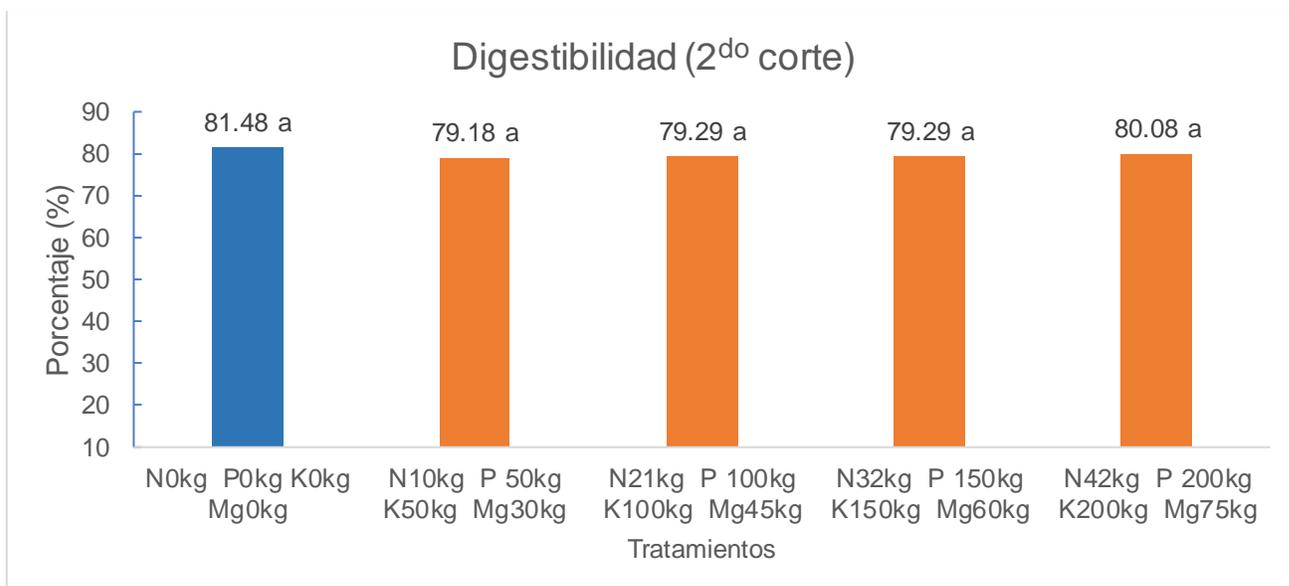


Figura 12. Porcentaje de Digestibilidad del segundo corte en Calidad de forraje de alfalfa bajo fertilización mineral con Nitrógeno y Fosforo.

V. CONCLUSIONES

Se encontró diferencia significativa por efecto de los tratamientos de fertilización en la variable Fibra detergente acida del primer corte, los tratamientos, N 10kg P 50kg K 50kg Mg 30kg, N 21kg P 100kg K 100kg Mg 45kg resultaron con los menores porcentajes con respecto a los tratamientos N 0kg P 0kg K 0kg Mg 0kg, N 32kg P 150kg K 150kg Mg 60kg y N 42kg P 200kg K 200kg Mg 75kg.

Se encontró diferencia significativa por efecto de los tratamientos de fertilización en la variable energía neta de lactancia del primer corte, siendo los tratamientos de fertilización superiores al testigo sin fertilizar.

No se encontró diferencia significativa por efecto de los tratamientos de fertilización en las variables; % materia seca, % proteína cruda, % fibra detergente neutra y % de digestibilidad.

VI. LITERATURA CITADA

- Acuña, P.H.1992. "Fertilización del cultivo de alfalfa " Serie carillanca 31: 66-84.
- Allen, M. S. and M. Oba. 1996. Increasing fiber digestibility may increase density, dry matter intake. Part 1. Feedstuffs. 68 (48): 12.
- Álvarez V.P. 2013. Evaluación cuantitativa de diez variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L). Tesis. Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 66 p.
- Aufrère, J.; D. Graviou; R. Baumont; A. Detour & C. Demarquilly. 2000. Degradation in the rumen of proteins from fresh lucerne forage in various stages of growth and conserved as silage or hay. Ann. Zootech, 49 (2000) 461-474.
- Barbazán, M. 1998. "Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes". Facultad de agronomía. 1: 3-27.
- Basigalup Daniel 2016. Mejoramiento de la calidad forrajera de la alfalfa. INTA Manfredi. emanfre@inta.gov.ar.
- Berrada, A. y D. G. 2005. Irrigated alfalfa response to phosphorus and potassium in a calcareous soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36:1213-1227.
- Black, C. A. 1975. Relación suelo-planta. Hemisferio Sur. Argentina., p. 75.
- Boschetti, N. G.; C. E. Quintero; J. E. Mayer; M. R. Barrera & R. A. Benavides. 1998. Evaluación del estado nutricional de pasturas de alfalfa utilizando el análisis de tejido vegetal. Revista Científica Agropecuaria, FCA, UNER. 2: 13-20.
- Bouton, J. H. 2001. Alfalfa. In: Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Sao Pedro, Sao Paulo, Brazil. pp: 545-547.
- Broderick, G. A. 1995. Performance of lactating dairy cows fed either alfalfa silage or alfalfa hay as the sole forage. J. Dairy Sci. 78:320-329.
- Burt, C.M. 1995. Is buried drip the future with permanent crop. Irrig.Bus. Technol. 3: 20-22.
- Buxton, D. R., D. R. Mertens, and D. S. Fisher. 1996. Forage quality and ruminant utilization. In: Cool Season Grasses. Agronomy Monograph. American Society of agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. Madison, WI. pp: 229-266.
- Buxton, R. and S. L. Fales. 1994. Plant environment and quality. In: Forage quality, evaluation and utilization. American Society of America, Soil Science Society of America. Madison, WI. pp: 155-199.

- Cadena, V. S. 2009. Dinámica de crecimiento y rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.) Tesis. Maestría en respuesta a diferentes frecuencias de cosecha. Montecillo, Texcoco, Edo de México, Colegio De Postgraduados 63.
- CASSIDA, K. A.; T. S. GRIFFIN; J. RODRÍ-GUEZ; S. C. PATCHING; O. B. HESTER-MAN & S. R. RUST. 2000. Protein degradability and forage quality in maturing alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil. *Crop Science*, Vol 40 N° 1: 209-215.
- Castillo, A.R., Kloster, A.M., Latimori, N.J. y Ustarroz, E. 1991. Factores que afectan la ganancia de peso de novillos sobre pasturas de calidad durante el otoño. Información para Extensión N°1, EEA Marcos Juárez, INTA, 9 p.
- Chalupa, W. 1995. Requerimientos de forrajes de vacas lecheras. In: I Ciclo Internacional de conferencias sobre Nutrición y Manejo. Grupo Lala. Gomez Palacio., Dgo. pp: 19-28.
- Claro C.P. 1993. Efecto del fósforo, potasio y estiércol de bovino sobre el rendimiento de diferentes variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo condiciones de temporal en el área de Texmelucan Puebla. Tesis de licenciatura. Chapingo. México. 106pp.
- Cooke, W.G. 1984. Fertilizantes y sus usos. Traducido en español por Alonso Blackaller Vélez, de la Primera Edición en Inglés. CECSA, México, p. 175
- Coors, J. G., C. C. Lowe, and R. P. Murphy. 1986. Selection for improved nutritional quality of alfalfa. *Crop Sci.* 26:843-847.
- Cortés, N.J., Lope, L.F. y Guzmán, R.S.D. 2003. Guía para cultivar alfalfa en los valles de Mexicali, B.C. y San Luis Rio Colorado, Sonora Para Productores No. 39. CEMEX-CIRNO-INIFAP.
- Del Pozo, M. 1983. La alfalfa y su aprovechamiento. Editorial. Mundi-Prensa. Madrid España. 370 pp.
- DIAZ, Z, M. 1997. Administrando el fósforo y el nitrógeno en las pasturas perennes. Revista de divulgación técnica Fertilizar N° 6: 4-6.
- Duarte, G. 2010. Red Agrícola Fertilización de la Alfalfa. Disponibilidad en Internet fertilizando.com, consultado 2010-07-08.
- FAHEY, G. C. & L. L. BERGER. 1988. Carbohydrate nutrition in ruminants. En D.C. Church, ed., *The ruminant animal, digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall, N.J. p2-69-297. 1970. USDA Handbook 379, Washington, D.C.
- FAO, 2002. Los fertilizantes y su uso, Paris Francia. Cuarta edición ISBN 92-5-304414-4.
- Ferri, C.M. 2002. Implicancias del diferimiento de la utilización de *Panicum coloratum* L. sobre el consumo de ovinos en pastoreo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, 153 p.

- Fick, G.W. and S.C. Mueller. 1989. Alfalfa: Quality, Maturity and Mean Stage of Development. Information Bull. 217, Dept. of Agronomy, Cornell Univ., Ithaca, NY, USA.
- Gallo, A., M. Moschine., C. Ceriolo y F. Masoero. 2013. Use of principal component analysis to classify forages and predict their calculated energy content. *Animal*. 7:6. 930-939.
- Godoy A.C, Pérez G.A. Torres ECA, Hermosillo LJ, Reyes JL. Uso de agua producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. *Agrociencia* 2003; 37(2):107-115.
- Goering H K, P J Van Soest (1970) Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Handbook 379. USDA-ARS, Washington, DC. 20 p.
- González, A.1995. Determinación de la calidad de los forrajes. Ciclo Internacional De Conferencias sobre Nutrición Y Manejo. La Importancia de los forrajes en la optimización económica. Envases Especializados de la Laguna. S.A. de C.V. Gómez Palacio, Dgo. P.69-73.
- González, S. A. Eguiarte, V, J. A. Rodríguez, R. R. 1992. Respuesta de la alfalfa variedad Atoyac a la fertilización de nitrógeno fosforo y minerales traza. *Tec. Pec. Mex.* Vol. 30 No.2 pp. 154.
- Guanopatín, C, M. R. 2012. Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Tesis. Licenciatura. Universidad técnica de Ambato facultad de ingeniería agronómica, Ecuador. PP, 47-54.
- INIFAP, 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural Instituto Nacional de Investigación Regional Norte Centro Campo Experimental La Laguna. Libro Técnico No 2. Pp 102.
- INIFAP. (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 Centro de Investigación Regional Norte-Centro Campo Agrícola Experimental Delicias Cd. Delicias, Chihuahua, México. Libro técnico N0 19, pp 15-20.
- Juncafresca, B. 1983 Forrajes. Fertilizantes y Valor Nutritivo 2ª edición Editorial Aedos Barcelona, España. pp. 203.
- Kalu, B. A. and G. W. Fick. 1983. Morphological stage of development as a predictor of alfalfa herbage quality. *Crop Science*. 23: 1167-1172.

- Kawas, J.R., N.A. Jorgensen., A. R. Hardie., M. Collins, and G.P. Barrington. 1989. Assessment of the nutritive value of alfalfa with change in maturity and concentrate level. College of Agricultural and Life Research Report 3460.
- Langer M, H.P. 1981. Las pasturas y sus plantas. Ia, Ed. Hemisterio Sur, Montevideo, Uruguay. pp.154.
- Lanyon, L.E., Smith, F. 1985. Potassium nutrition of alfalfa and other forage legumes: Temperate and tropical. In R.D.Munson (ed.) Potassium in agriculture. ASA, Madison, WI. USA. pp. 861–893.
- Lanyon, L.L.E, Griffith, W. 1988. Nutrition and fertilizer use. In A. Hanson, et al. (ed.) Alfalfa and alfalfa improvement.Agron. Monogr. 29. ASA, Madison, WI. pp. 333–372.
- Lee C., Smith D., 1972. Influence of nitrogen fertilizer on stands, yields of herbage and protein, and nitrogenous fractions of field-grown alfalfa. Agronomy Journal, 64, 527-530.
- Lloveras¹, Jaime & M^a. Angels Melines². 2015. La calidad en la alfalfa, posibles clasificaciones. Pp: 36-40
- López.C,R.P (2012). “Evaluación de la digestibilidad de ALFALFA QUF-101 (Medicago sativa L.) con fertilización orgánica y química”. licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Mikkelsen, R. 2004. Managing phosphorus for maximum alfalfa yield and quality In: Proceedings, National Alfalfa Symposium. UC Cooperative Extension (eds) University of California, San Diego, California, USA.
- Moreno, y G. y Talbot, M. 2010. Fertilización equilibrada de la alfalfa. (En línea). <http://www.Elstioagricola.com> cita 10/12/16.
- Nelson, C. J. & L. E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality in Forage Quality, Evaluation, and Utilization. Based on the National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization held at the University of Nebraska, Lincoln, on 13-15 april 1994. Chapter 3: 115-154.
- NESCIER, I. & F. L. A. DALLA.2003. Inoculación y fertilización fosfatada sobre el contenido proteico en alfalfa. Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias 2(1): 19-22.
- Núñez, H.G., J. A. Payan G., A. Peña R., F. Gonzalez C., O Ruiz B. y C. Arzola A. 2010. Caracterización agronomica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la region norte de Mexico. Rev Mex Cien Pecu. 1(2):85-98.
- Núñez,H.G.,H.K.Rodriguez.,N.J.A.Granados.,S.A.Anaya y V.U.Figueroa 2014.CALIDAD NUTRICIONAL Y UTILIZACION DE FORRAJES EN EXPLOTACIONES LECHERAS EN LA REGION LAGUNERA. Instituto nacional de investigaciones

- forestales, y pecuarias. Matamoros, Coahuila, México. AGROFAZ, VOLUMEN 14 NUMERO 1. pp 33-41.
- Picone, L. I.; Zamuner, E.; Berardo, A. y Marino, M. A. 2003. Phosphorus transformations as affected by sampling date and fertilizer rate, and phosphorus uptake in soil under pasture. *Nutrient Cycling Agroecosystems*. 67: 225-232.
- Puente, M. J. L., V. V. H. Soto., L.S. Ramirez. 2002. DETERMINACIÓN DE CALIDAD FORRAJERA Y SU INDICE DE PRODUCCIÓN DE LECHE DE SEIS VARIETADES DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EVALUADOS EN LA COMARCA LAGUNERA EN EL 2001 Y 2002. Pp: 274-280.
- Quiros, C. F, and G. R. Bauchan. 1988. The genus *Medicago* and the origin of the *Medicago sativa* complex. In: Hanson et al. Ed. *Alfalfa and Alfalfa Improvement*. Agronomy Monograph. No. 29. ASAS.CSSA.SSA, Madison, WI. 1084 p.
- Ramírez, L. M. 1974. El cultivo de la alfalfa en México. Dirección General de Extensión Agrícola. Chapingo, México. 24pp.
- Rodríguez, S. F. 1989. Fertilizantes. *Nutrición Vegetal*. A. G. T. Editor, S. A. México, D. F. 157 p.
- Romero, L.A., O.A. Bruno, J.L. Fossati, M.J. Mondino y O.R. Quaino. 1986. Calidad de rollos: evaluación preliminar. INTA - E.E.A Rafaela (Arg.). Area Producción Animal. Información para Extensión N2 67. 6 p.
- Rumbaaugh, M. D., W. L. Graves., J. L. Caddel, and R. M. Mohammad. 1988. Variability in a collection of alfalfa germoplasm from Morocco. *Crop Sci*. 28:605-609.
- SAGARPA. 2009, ProMercado. Diseños de Estrategias de Mercado, Logísticas y de Adecuación de Productos para la Integración de la Alfalfa Mexicana en el Comercio Global de Forrajes. En línea: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/ALFALFA.pdf. [fecha de consulta 07 de junio de 2017].
- SAGARPA. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Lerdo, Durango. 2006.
- SAIBRO, J. C.; C. S. HOVELAND & J. C. WILLIAMS. 1978. Forage yield and quality of *Phalaris* as affected by N fertilization and defoliation regimes. *Agronomy Journal* 70: 497-500.
- Salazar, S. E. Trejo, E, H.I. Vázquez C, López, M. JD. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla. Con aplicación de estiércol bovino Phyton; 76: 169-185.
- Salinas, S. 2000. La producción de alfalfa en México: pasado, presente y futuro. *Memorias del congreso mundial de la leche*. Queretaro, Qro. pp: 53-54.

- SANDERSON, M. A. 1993. Maturity and quality of alfalfa as affected by phosphorus fertility. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 24 (19 & 20), 2715-2724.
- Satter, L. D. 1999. Como utilizar la alfalfa eficientemente para obtener la maxima produccion de leche. In: V Ciclo Internacional de Conferencias sobre Nutricion y Manejo. Grupo LALA. Torreon, Coah. pp: 69-88.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno | gov.mx
www.gob.mx/siap (SIAP 2015).
- Small, E, and M. Jomphe. 1988. A synopsis of the genus *Medicago* (*leguminoceae*). *Can J. bot.* 67:3260-3294.
- Stritzler, N.P., Gingins, M.A., Gallardo, M. y Santucho, G. 1985. Algunos factores que afectan el volumen ruminal en bovinos. *Revista Argentina de Producción Animal* 5: 145-148.
- Stritzler, N.P., Rabotnikof, C.M. y Pagella, J.H. 2004. Guía de Trabajos Prácticos, Cátedra de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. 129 p.
- Undersander, D., N. Martin, D. Cosgrove, K. Kelling, M. Schmitt, J. Wedberg, R. Becker, C. Grau, and J. Doll. 1991. Alfalfa management guide. ASA-CSSA-SSSA. Madison. WI. USA. 41 p.
- 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. Agric.* 6:231-235.
- VAN SOEST, J. P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2º Ed. pp. 409-410.
- Van soest, P. J. 1996. Environment and forage quality. In: Cornell Nutrition Conference for Feed manufacturers. 58 Meeting. Ochester, N.Y. Cornell University, Ithaca, N.Y. pp:1-9.
- Vaughn, D. L., D. R. Viands, and C. C. Lowe. 1990. Nutritive value and forage yield of alfalfa synthetics under three harvest management systems. *Crop Sci.*30:699-703.
- Vázquez, V. C., H. J.L. García, S.E. Salazar, A. B. Murillo, C.I. Orona, T.R. Zúñiga, P. E, O. Rueda, y R. P. Preciado 2010. Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino. *Revista mexicana de ciencias pecuarias. Rev. Méx. Ciec. Pecu;* 1 (4):363-372
- WALL, L. G. & G. FAVELUKES. 1991. Early recognition in the *Rhizobium meliloti*-alfalfa symbiosis: root exudate factor stimulates root adsorption of homologous rhizobia. *Journal of Bacteriology* (173) 11: 3492-3499.
- Wattiaux, M. 1999. Introduccion al proceso de ensilaje. In: V Ciclo Internacional de Conferencias sobre nutricion y manejo. Grupo LALA. Torreon, Coah. pp:134-147.

Wilson, J. R. and C. W. Ford. 1973. Temperature influences on the in vitro digestibility and soluble carbohydrate accumulation of tropical and temperate grasses. Aust. J. Agric. Res. 24: 187-198.

ZUDIZARRETA, J. 1992. Reservas: Uso y Análisis. Revista CREA. Bs. As. (Arg.) Junio/julio 1992. p. 90-97.