

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Efecto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre el contenido de energía netas en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el ciclo primavera en la Comarca Lagunera

POR

FRANCISCO PAVEL HOLGUÍN HERNÁNDEZ

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre el contenido de energía netas en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el ciclo primavera en la Comarca Lagunera

POR

FRANCISCO PAVEL HOLGUÍN HERNÁNDEZ

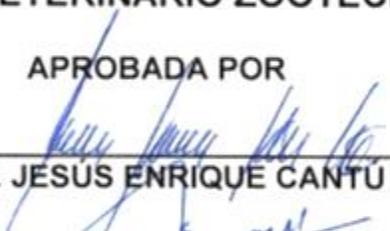
TESIS

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

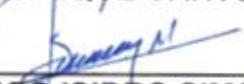
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:


DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO

VOCAL:


MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL:


MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

VOCAL SUPLENTE:


IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES


MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ


Coordinador de la División
Regional de Ciencia Animal

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Efecto de los extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* sobre el contenido de energía netas en alfalfa (*Medicago sativa*) de dos años durante el ciclo primavera en la Comarca Lagunera

POR

FRANCISCO PAVEL HOLGUÍN HERNÁNDEZ

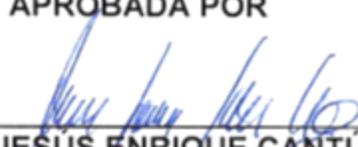
TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

ASESOR:


MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

ASESOR:


DR. RAMIRO GONZÁLEZ ÁVALOS


MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

MAYO DE 2018

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa, Laura Díaz Flores por apoyarme durante toda mi carrera y creer en mí en los peores momentos.

A mi Alma Mater, por brindarme la capacidad de seguir de frente ante los obstáculos.

Al Dr. Jesús Enrique Cantú Brito, por brindarme su invaluable apoyo en este escalón de mi formación académica.

A todos los maestros del departamento de Ciencias Médico Veterinarias, por sus sabios consejos y conocimientos.

A mis padres Raúl Francisco Hernández Flores, Blanca Irenne Mata Talamantes, Giovanna Hernández Mata.

DEDICATORIAS

A MI HIJA, GIULIANNA

QUIEN EN SU INOCENCIA Y SIN PEDIR NADA, MERECE LO MEJOR DE MI.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto sobre las energía netas (lactancia, ganancia de peso, mantenimiento y metabolizable) en el cultivo de la alfalfa de dos años en primavera de la fertilización de extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN) a diferencia de la comercial y se llevo a cabo en un lote de terreno (20 ha) localizado en las “Tablas de Frías” del Grupo Tricio Haro (GTH), en la Comarca Lagunera de enero-julio de 2016. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T₁= Lote con aplicación ECAN y T₂= Testigo productor) con 10 repeticiones y 6 cortes. La alfalfa se estableció en diciembre de 2014. Las variables a evaluar fueron; EN lactancia (ENI), EN ganancia de peso (ENgp), EN mantenimiento (EN mant.) y Energía metabolizable (EM) de la alfalfa.

Los resultados muestran que la aplicación de ECAN no provocó diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para las variables ENI, ENgp EN mant. y EM. Esta último no mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$), ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 2.485 ± 0.08 de Mcal/kg/MS, mientras que en el lote testigo obtuvo el 2.39 ± 0.015 Mcal/kg, respecto a EN mant. la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 1.37 ± 0.06 de Mcal/kg/MS, mientras que el lote testigo obtuvo el 1.41 ± 0.016 Mcal kg⁻¹ de EN. Para EN gp, la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 0.80 ± 0.055 de ENgp, mientras que en el lote testigo obtuvo el 0.83 ± 0.013 ENgp. Para la ENI el lote tratado fue de 1.47 ± 0.05 de Mcal/kg/MS, es decir, de muy ligeramente calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 1.49 ± 0.016 Mcal/kg. Sin embargo, todos los cortes evaluados presentaron un contenido energético excelente.

Palabras clave: Alfalfa, primavera, *Ascophyllum nodosum*, y energía neta

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	3
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia de alfalfa	4
2.2 Energía neta de lactación (ENI)	7
2.3 Energía neta para mantenimiento (NE _m) y energía neta para ganancia (NE _g)	11
2.4 Energía metabolizable	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Ubicación del lote experimental	15
3.2 Materiales	17
3.3 Métodos	18
3.3.1 Aplicación del producto en campo	18
3.3.2 Croquis del terreno en el campo	20
3.3.3 Tratamientos	20
3.3.4 Variables a evaluar	21
3.4. Diseño experimental	21
3.5 Obtención del Tejido Vegetal de las Plantas (TVP)	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg/MS)	25
4.2 Energía neta para, ganancia de peso (Mcal/Kg/MS)	27
4.3 Energía neta para mantenimiento	30
4.4 Energía metabolizable	31
5. CONCLUSIÓN	34
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

ÍNDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1	Superficies del cultivo de la alfalfa en la Región Lagunera, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2012 al 2017 según datos de SIAP-SAGARPA (2018).	7
Cuadro 2	Contenido de nutrientes del forraje de materiales (Energía neta para lactancia) de alfalfa en la primavera del 2008 en el predio Trincheras, DELMAR, S.A. Saucillo, Chihuahua, México.	11
Cuadro 3	Contenido de nutrientes del forraje de materiales (Energía neta para mantenimiento y ganancia de peso) de alfalfa en la primavera del 2008 en el predio Trincheras, DELMAR, S.A. Saucillo, Chihuahua, México.	13
Cuadro 4	Relación la etapa fenológica del cultivo y por ende el estado de crecimiento de la alfalfa y el aporte de energía metabolizable (EM) (Mcal/kg MS), en diferentes estados de crecimiento (Cofré e Ibañez, sin fecha).	14
Cuadro 5	Dosis y momentos de la aplicación del producto ECAN en el cultivo de la alfalfa de dos años en el ciclo de primavera del año 2016.	21
Cuadro 6	Obtención de la energía neta para lactancia (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016	25

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Localización del lote de terreno de 20 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, utilizado para la evaluación de ECAN en alfalfa de dos años en la primavera-verano del año 2016..	16
Figura 2	Garrafón de 3.8 lts del producto Acadian suelo (Nombre comercial) utilizado en el desarrollo de este proyecto de investigación.	17
Figura 3	Lote de terreno de alfalfa después del corte, teniendo una superficie de la tendida de 9000 m ² , utilizado en el desarrollo de este proyecto de investigación.	19
Figura 4	Preparación del producto en una cubeta de 20 lts para dilución y aplicación en cada tabla.	19
Figura 5	Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto	19
Figura 6	Colecta del forraje de alfalfa con tijeras de podar a una altura de 5-7 cm del suelo, para la obtención de las muestras para el análisis de la calidad nutritiva y de las energías netas.	23
Figura 7	Preparación de las muestras de alfalfa en bolsas de papel etiquetadas para la obtención de su peso y posterior envío al laboratorio para su análisis de calidad nutritiva.	23
Figura 8	Obtención de las muestras de forraje de alfalfa en cada uno de los lotes del experimento, a través de unas tijeras de podar, para el análisis de la energía neta, en alfalfa de dos años en primavera de 2016.	24
Figura 9	Obtención de la energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016	28
Figura 10	Obtención de la energía neta para mantenimiento (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016.	30
Figura 11	Obtención de la energía metabolizable (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con	32

ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que la producción de leche en la Comarca Lagunera sigue a la baja con respecto al año 2016 ya que el año 2017 reportó una producción de 2,371 millones de litros de leche, es decir, un decremento del 0.65% en comparación con el año 2016 que tuvo una producción de 2,386 millones de litros de leche, la superficie establecida de cultivos forrajeros para la producción de alimentos de las vacas lecheras fue de 107,427 ha, lo que reflejó un incremento de un 8.46% en relación a lo establecido en el año 2016 con 99,046 ha (SIAP-SAGARPA, 2018).

De acuerdo con SIAP-SAGARPA (2018), en el año 2017 la superficie sembrada a nivel nacional del cultivo de la alfalfa fue de 388,448 hectáreas, con una producción de 33,893,357 ton/año con un rendimiento promedio de 87.929 ton/ha de forraje verde y un valor de la producción de alrededor de los \$17,000 millones de pesos, lo que hace de este cultivo un producto que impacta grandemente la economía del sector agropecuario en México.

Por otro lado, en la Región Lagunera según estadísticas de la SIAP-SAGARPA (2018), se establecieron en el año 2017 la cantidad de 39,703 hectáreas, con un incremento de 1.05% con respecto al año 2016, con una producción de 3,503,798 ton/año, con un incremento de 3.14% con respecto al año anterior, y un valor de la producción de \$2,047 millones de pesos, que representa un incremento del 4.84% en comparación con el año 2016, por lo que el impacto en la economía regional es de suma importancia.

A pesar, de los considerables esfuerzos que han adoptado los productores de forrajes y leche en la Comarca Lagunera, para ser más competitivos y

eficientes a través de la utilización de nuevas variedades, sistemas de riego y prácticas de fertilización alternativa como el uso de fertilizantes orgánicos líquidos de origen marino, la producción de leche manifestó un ligero decremento, por lo que se hace necesario continuar evaluado el impacto de dichos fertilizantes sobre los aportes nutricionales en los forrajes y en especial en lo que a la cantidad de los diferentes tipos de energía neta se refiere.

Dentro de las alternativas de fertilización, se tienen los fertilizantes orgánicos líquidos, extractos de macroalgas marinas, bioestimulantes, etc. que han sido probados en países Europeos, Estados Unidos y Canadá, pero en nuestro país, su utilización a penas es muy limitada y se encuentra muy localizada a regiones con alta capacidad tecnológica.

Los extractos de algas marinas se utilizan como suplementos nutritivos, bioestimulantes, o biofertilizantes en agricultura y horticultura para aumentar el crecimiento de la planta y rendimiento, sin embargo, se hace necesario documentar e investigar este tipo de productos en la producción de forrajes, ya que actualmente se cuenta con muy poca o nula información, respecto al impacto y aplicación de dichos productos sobre el rendimiento y calidad del forraje producido, además de estudiar el impacto sobre los macronutrientes en el suelo y en los tejidos foliares.

Razón por la cual, el presente proyecto de investigación, tiene como principal objetivo evaluar el impacto de los Extractos Comerciales de *Ascophyllun nodosum* (ECAN), sobre las energías netas (lactancia, ganancia de peso y mantenimiento) y la energía metabolizable de la alfalfa.

Objetivo

El objetivo principal de este proyecto consiste en evaluar el impacto de los Extractos comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN), sobre las energías netas y metabolizable en alfalfa de dos años durante la primavera en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos:

1).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía neta para lactancia (Mcal kg⁻¹) de alfalfa de segundo año durante la primavera.

2).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía neta para ganancia (Mcal kg⁻¹) de peso de alfalfa de segundo año durante la primavera.

3).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía neta para mantenimiento (Mcal kg⁻¹) de alfalfa de segundo año durante la primavera.

4).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía metabolizable (Mcal kg⁻¹) de alfalfa de segundo año durante la primavera.

Hipótesis

Las concentraciones de nutrientes de energía netas y metabolizable se incrementan con la aplicación de ECAN en comparación con la fertilización comercial del productor en alfalfa de segundo año en el ciclo de primavera.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Importancia de la alfalfa

La llegada de la alfalfa al continente americano se produce en el año 1519, en México. Posteriormente Hernán Cortez en 1525 trae más semillas a América y en 1530 Francisco Pizarro, en su conquista al Perú, introduce la alfalfa para la alimentación de sus caballos. De allí pasa a Chile llevada por Pedro de Valdivia en 1541 y Pedro del Castillo la introduce en Cuyo (Mendoza) en 1561. A Estados Unidos ingresa desde México en 1550 por misioneros que arribaron primeramente a Texas y luego se distribuyó por Arizona, Nuevo México y California, desde donde se extiende al resto del país adquiriendo una gran importancia su cultivo (Todoagro, 2014).

De acuerdo con Inforural (2012), la alfalfa fue traída a México por los españoles durante la conquista. Originalmente era cultivada en el centro del país, bajo condiciones de temporal, cosechándose solamente cuando el suelo y las lluvias permitían su crecimiento, generalmente entre mayo y septiembre y ocasionalmente en diciembre y enero.

De acuerdo con Robinson (2003), se cree que el valor de la alta calidad de la alfalfa para las vacas lecheras es que reduce las necesidades de cereales y proteínas proporcionando un contenido variable de proteína y su solubilidad, así como el aporte relativamente alta de energía. Pero el valor más apreciado, es que promueve un mayor consumo y producción de leche debido a su bajo contenido de la FDN (Fibra Detergente Neutro), el ritmo más rápido de la digestión, la reducción del tamaño de las partículas (su gruesa fibra estructural que estimula la

masticación ruminal y la salivación, lo que se traduce en el rumen (un efecto amortiguador), y la tasa de pasaje. Los nutricionistas lecheros y ganaderos del estado de California señalan que el valor de la alfalfa se debe a la proteína degradada en el rumen lentamente, la rápidamente fermentación ruminal de los carbohidratos no estructurales, así como, su alto valor energético de vacas altas productoras (Robinson, 2003).

Debido al crecimiento de la ganadería lechera en estabulación y al uso relativamente reciente del agua de bombeo del subsuelo y/o presas para regar, la alfalfa es ahora cultivada todo el año en una gran diversidad de regiones.

Su principal limitante sigue siendo la cantidad de agua. En algunas regiones se riega únicamente con aguas negras o tratadas, provenientes de las grandes ciudades. El empleo de esta agua industrial en el riego, trae como consecuencia primaria una disminución importante en la persistencia y una posible intoxicación del ganado. En el 2010, el cultivo de alfalfa en México ocupó 383,436.86 hectáreas bajo condiciones de riego y temporal.

Los principales estados productores en el 2010 fueron: Hidalgo, Chihuahua, Guanajuato, Sonora, Durango, Coahuila, Baja California, San Luis Potosí, Puebla y Jalisco, de un total de 26 estados de la República que reportaron una producción total de 29,110,563.04 toneladas (SIAP-SAGARPA, 2011).

De acuerdo con FIRCO (2009), la alfalfa es uno de los cultivos más importantes, es cultivada en todo el mundo para usarse como forraje para la alimentación de ganado y tiene el valor nutricional más alto de los cultivos forrajeros. En el caso de México, se ha identificado una demanda potencial de alfalfa de alrededor de hasta 69 millones de toneladas anuales, esta cantidad si se

usa la ración teórica óptima recomendada de alfalfa en la dieta de las poblaciones de los diferentes tipos de ganado. Sin embargo, la demanda actual real es considerablemente menor ya que se concentra principalmente en el ganado lechero, el cual se estima consume 3 millones de toneladas anuales (FIRCO, 2009).

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 (FIRCO, 2009).

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 ganado para carne, caballos, ovejas y cabras, entre otros animales. La alfalfa también puede ser consumida por humanos en presentación de brotes, que se utilizan en ensaladas principalmente, sin embargo dicha presentación esta fuera del alcance de este estudio (FIRCO, 2009).

La alfalfa tiene ventajas que sobresalen sobre otros forrajes, como alto rendimiento y contenido de proteína, vitaminas, minerales y bajo porcentaje de fibra, por lo que es considerado adecuado para la producción de leche; además ayuda a enriquecer el suelo, por la capacidad que tiene de fijar nitrógeno atmosférico en asociación con bacterias del género *Rhizobium* (Bouton, 2001)

La producción de forraje es uno de los principales aspectos que deben tomarse en cuenta para la alimentación animal, sobre todo en rumiantes. La

alfalfa, es uno de los principales forrajes por ser uno de los más nutritivos, en su mayor parte destinado a la producción de leche bovina (Ríos et al., 2008).

En la Comarca Lagunera, durante 2017 los cultivos agrícolas que reportaron una mayor participación en el total del valor de la producción corresponden a la avena forrajera en el ciclo otoño-invierno, el maíz forrajero en el ciclo primavera-verano y la alfalfa verde en perennes.

Las estadísticas al respecto, indican que la superficie del cultivo de la alfalfa del 2012 al 2017 se ha mantenido constante en la región Lagunera ya que como se puede observar en el cuadro 1, la superficie establecida varía de las 38,000 a las 39,000 hectáreas.

Cuadro 1. Superficies del cultivo de la alfalfa en la Región Lagunera, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2012 al 2017 según datos de SIAP-SAGARPA (2018).

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción (Millones de pesos)
2012	39,225	3,244,956	1,297
2013	38,771	3,342,089	2,042
2014	39,175	3,460,107	1,786
2015	39,214	3,420,797	1,775
2016	39,291	3,397,127	1,953
2017	39,703	3,503,798	2,047

En el ciclo de perennes destaca la producción de alfalfa verde con una siembra por gravedad de 33,941 hectáreas y una producción de 3,060,233 toneladas. Por bombeo se sembraron 5,831 hectáreas con una producción de 443,585 toneladas. Las cifras totales son de 39,773 hectáreas sembradas con una producción de 3,503,798 toneladas. El valor de la producción sumó 2,047 millones

721 mil pesos. La alfalfa tiene una participación de 71% en el valor actual de la producción en la Comarca Lagunera (SIAP-SAGARPA, 2018).

Sin embargo, se puede observar una tendencia positiva respecto a la producción anual, así como un ligero incremento del valor de la producción que reflejo un incremento de 4.84% respecto al año 2016. La importancia del cultivo de la alfalfa es que su participación en la Comarca Lagunera es del 71 por ciento del valor de la producción agrícola total, durante el año 2017 (SIAP-SAGARPA, 2018).

2.2 Energía neta de lactación (ENI)

El término de Nutrientes digeribles totales (NDT) informa del porcentaje de material digerible en un forraje. Los nutrientes digeribles totales se calculan a partir de la FDA y expresan las diferencias en material digerible entre forrajes. Este término se utiliza más a menudo con las raciones de ganado de carne de vacas altas productoras en las raciones lecheras (Henning et al., 2000).

De acuerdo con López et al., (2011), la energía de la dieta es la base del volumen de leche obtenido por lactancia. En los primeros días después del parto, la vaca alta productora, típicamente experimenta un periodo variable de balance energético negativo (BEN), debido a la disminución del consumo de materia seca (CMS). La reducción en el consumo reduce la posibilidad del animal para cubrir sus requerimientos de energía y para poder sostener la producción de leche. Dicho BNE puede ser severo y prolongado, y dependiendo de esa variabilidad puede influir en la capacidad de consumo de los animales, reducir el rendimiento lechero, y la fertilidad de las hembras.

Entre algunos de las determinaciones importantes del aporte de nutrientes de los cultivos que pueden expresar el potencial de producción se tienen: la

digestibilidad de la materia seca (DMS, %), además de las energías principalmente la energía neta para mantenimiento, para ganancia de peso y para lactancia (Mcal/kg MS).

Energía neta para la producción de leche es la estimación del valor de la energía de un alimento usada para el mantenimiento más la producción de leche durante la lactación y más el mantenimiento de los dos últimos meses de la gestación para vacas secas y lactantes (Undersander *et al.* 2004); y de acuerdo con el NRC (2001) es la energía contenida en la leche producida y es el equivalente a la suma de los calores de combustión de la grasa, proteína y lactosa.

El desempeño animal (ya sea definido como la producción de carne, leche, fibra o trabajo, o simplemente el mantenimiento del peso corporal y condición) es impulsado por el número de calorías que consume el animal. Aunque la proteína, los minerales, vitaminas y agua también deben cumplir o exceder los requerimientos para un nivel deseado de rendimiento, siendo el factor más limitante es la cantidad de energía digestible que el animal consume (Undersander *et al.*, 2011).

La Energía Neta (EN) es la parte de energía del alimento que el animal utiliza para mantenimiento (ENm), ganancia de peso (ENg) y producción de leche (ENl). La eficiencia de utilización del alimento para «mantenimiento» es similar que para lactación, y éstas son mayores que para ganancia de peso corporal (Pigurina y Methol, 2004).

La energía neta de mantenimiento (ENM) y la lactancia (ENL) son expresiones de valor energético de forraje, expresadas en megacalorías

(Mcal)/MS; y se refieren a la capacidad del forraje para satisfacer los requisitos de energía de ganado bovino productor de carne y leche. Como el TND, la ENM y ENL se calculan únicamente desde el contenido del la FDA. Los productores lecheros generalmente usan ENL para equilibrar las raciones para vacas altas productoras en lactación, y algunos productores de carne de bovino están más acostumbrados al uso de ENM. Para la mayoría de los henos, forrajes y ensilajes, el valor de la energía neta de lactancia será casi igual en valor de la energía neta para el mantenimiento (Henning et al., 2000).

La energía neta de lactación es el término usado por el NRC (2001), (National Research Council) para estimar los requerimientos energéticos y los valores energéticos de los alimentos para vacas lecheras, según Putman et al., (2008), es la predicción de la cantidad de energía en el forraje disponible para el mantenimiento más la producción de leche durante la lactación, y para mantenimiento de los dos últimos meses de gestación en vacas secas preñadas. Por lo general se la expresa como mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg MS) La NEI del ensilaje de maíz es calculada a partir del FDA con la siguiente ecuación.

$$NE_1 = 1.044 - (0.0124 * FDA)$$

De acuerdo con Investigadores como Terrazas et al., (2012) en estudios de alfalfa en Chihuahua, mencionan que la energía neta de lactancia durante esta época del año todos los materiales de alfalfa presentaron una concentración muy alta. Este corte del final del invierno corresponde al primer corte del año que se realiza en los alfalfares y este forraje debido a su calidad excepcional, premium o suprema se debe mezclar con henos de calidad o valor alimenticio más bajo para no causar disturbios digestivos en la vaca o también se debe de guardar este

forraje para ser utilizado durante el verano cuando el consumo de la ración integral es disminuido a causa del estrés por calor y humedad ambiental.

Terrazas et al., (2012), reportaron en un estudio de tres años de 11 variedades de alfalfa en Saucillo, Chihuahua, México durante el año 2008 en la primavera, reportaron valores de energía neta para lactancia de rangos entre 1.45 a 1.50 Mcal kg⁻¹ tal y como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido de nutrientes del forraje de materiales (Energía neta para lactancia) de alfalfa en la primavera del 2008 en el predio Trincheras, DELMAR, S.A. Saucillo, Chihuahua, México.

Nutriente	Excelente Plus	F58N57	Ojo Caliente	F59N49	Camino 999ML	Camino 1010	Camino 888	Río Conchos	RG657901	Belleza Verde	Excelente 9HQM
EN lact Mcal kg ⁻¹	1.45	1.50	1.47	1.44	1.47	1.44	1.44	1.45	1.47	1.50	1.48

2.3 Energía neta para mantenimiento (NE_m) y energía neta para ganancia (NE_g)

El sistema de energía neta usado por el NRC para el ganado de carne asigna valores de energía para cada alimento y de forma similar subdivide los requerimientos energéticos de los animales. La energía del alimento es utilizada con menor eficiencia para depositar nuevo tejido corporal que para mantener el tejido corporal existente. La NE_m es el valor de energía neta del alimento para mantenimiento, según Putman et al., (2008), es la predicción de la cantidad de energía en el forraje requerida para mantener un peso estable en el animal. La NE_g es el valor de energía neta de los alimentos para la deposición de tejido corporal, crecimiento o ganancia de peso. Tanto la NE_m como la NE_g son necesarias para expresar los requerimientos energéticos totales del ganado en

crecimiento. Por lo general se las expresa como mega-calorías por kilogramo (Mcal/kg).

Para la energía neta para ganancia de (ENg) es la cantidad de energía en un forraje disponible para el crecimiento (y, por lo tanto, ganancia de peso) después de que las necesidades de mantenimiento se han cumplido. Para Putman et al., (2008), es la predicción de la cantidad de energía disponible en un forraje utilizada para la ganancia de peso vivo encima de la de mantenimiento. El valor de ENg es siempre menor que ENI o ENM para un determinado forraje porque el forraje se utiliza de manera menos eficiente para ganar peso o masa que para el mantenimiento. La ENg se utiliza para estimar la capacidad del forraje para incremento de peso en el crecimiento de los animales.

2.4 Energía metabolizable

McDonald *et al.* (1999) indican que la eficiencia con la que se utiliza la energía metabolizable (EM) varía de acuerdo a las diferentes funciones a las cuales se va a destinar, por lo tanto los alimentos tienen valores distintos de energía neta de acuerdo a la función a la que se destinen. La energía metabolizable (EM) es la cantidad de energía en un forraje que no se pierde en heces, orina y gases, y por lo tanto, está disponible en el animal para su uso (Putman, et al., 2008).

El sistema de energía neta usado por el NRC para el ganado de carne asigna valores de energía para cada alimento y de forma similar subdivide los requerimientos energéticos de los animales. La energía del alimento es utilizada con menor eficiencia para depositar nuevo tejido corporal que para mantener el

tejido corporal existente. La NE_m es el valor de energía neta del alimento para mantenimiento. La NE_g es el valor de energía neta de los alimentos para la deposición de tejido corporal, crecimiento o ganancia de peso. Tanto la NE_m como la NE_g son necesarias para expresar los requerimientos energéticos totales del ganado en crecimiento. Por lo general se las expresa como megacalorías por libra (Mcal/lb) en los informes de laboratorio de SDSU, pero también pueden expresarse como megacalorías por kilogramo (Mcal/kg) (García et al., 2005).

Terrazas et al., (2012), reportaron en un estudio sobre la calidad nutritiva de alfalfa durante tres años (2007, 2008 y 2009) de 11 variedades de alfalfa en Saucillo, Chihuahua, México durante el año 2008 en la primavera, reportaron valores de energía neta para mantenimiento de rangos entre 1.37a 1.45 Mcal kg^{-1} y ganancia de peso de rangos entre 0.80 a 0.87 Mcal kg^{-1} tal y como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Contenido de nutrientes del forraje de materiales (Energía neta para mantenimiento y ganancia de peso) de alfalfa en la primavera del 2008 en el predio Trincheras, DELMAR, S.A. Saucillo, Chihuahua, México.

Nutriente	Excelente Plus	F58N57	Ojo Caliente	F59N49	Camino 999ML	Camino 1010	Camino 888	Río Conchos	RG657901	Belleza Verde	Excelente 9HQM
EN lm Mcal kg^{-1}	1.41	1.45	1.41	1.37	1.41	1.38	1.40	1.41	1.43	1.45	1.44
EN gp Mcal kg^{-1}	0.82	0.87	0.83	0.80	0.83	0.80	0.82	0.82	0.84	0.87	0.86

Cofré e Ibáñez (Sin fecha), relacionaron la etapa fenológica del cultivo y por ende el estado de crecimiento de la alfalfa y el aporte de energía metabolizable (EM) (Mcal/kg MS) tal como se puede observar en el cuadro 4, en donde la cantidad de EM es mayor en estados más tiernos de crecimiento y disminuyen a medida que el cultivo entra en el 100% de floración.

Cuadro 4. Relación la etapa fenológica del cultivo y por ende el estado de crecimiento de la alfalfa y el aporte de energía metabolizable (EM) (Mcal/kg MS), en diferentes estados de crecimiento (Cofré e Ibañez, sin fecha).

Estado de crecimiento	(EM) (Mcal/kg MS)
Prebotón	2.49
Botón	2.36
10% de flor	2.22
50% de flor	2.13
100% de flor	2.00

Un paso positivo hacia la inclusión y adopción de los recursos de algas nativas en México es utilizar biofertilizantes derivados de las algas como una entrada alternativa para mejorar las condiciones de impacto negativo como la progresiva degradación de los ecosistemas y la contaminación de las tierras agrícolas causados por los fertilizantes sintéticos y químicos (Hernández-Herrera et al., 2013).

Estos productos están disponibles para el uso en la agricultura y la horticultura, sin embargo, su empleo en cultivos forrajeros es nulo o muy limitados, razón por la cual, que el presente proyecto de investigación tiende a documentar el impacto de dichos extractos sobre la cantidad del aporte de energía neta y sus variantes en la alfalfa de segundo año del ciclo primavera-verano y sobre en el contenido de energía neta para lactancia, en la Comarca Lagunera.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Región Lagunera se encuentra ubicada entre los meridianos 102°22' y 104°47' W de G longitud Oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte y cuenta con una extensión total de 4,788.750 es decir, casi 5 millones de hectáreas, la altura media sobre el nivel mar es de 1,139 metros y es parte de la región hidrológica N°. 36 y se localiza en la mesa del norte de la república mexicana, abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, corresponde a las cuencas cerradas de los Ríos Nazas y Aguanaval (SAGARPA, 2011), en las que se encuentran comprendidas las áreas montañosas, las agrícolas y pecuarias, así como las áreas urbanas y se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos.

Cabe señalar que en la modalidad de riego se incluye tanto el riego por bombeo así como el de gravedad esto de acuerdo a CONAGUA (2010). La superficie agrícola bajo la modalidad de riego representa el 3.62 por ciento de la extensión total, mientras que la superficie bajo la modalidad de temporal solo alcanza el 1.10 por ciento de dicha extensión, por lo que para producción de forrajes es muy limitada.

3.1 Ubicación del lote experimental

El lote de terreno localizado para el presente proyecto fue en el predio de la unidad de producción del Grupo Tricio Haro, en la pequeña propiedad conocida como las “Tablas de Frías”, aproximadamente a 2.5 km de la carretera entre el Ejido Granada hacia el Ejido Solís, contándose con un lote total de terreno de 20 hectáreas, con un sistema de riego conocido como válvulas alfalferas, lo cual

permite la irrigación en cuatro tablas en la misma salida, partiendo de la válvula de salida del agua de 12 pulgadas de diámetro, asegurando el riego en una superficie aproximada de una hectárea, la superficie del experimento fue de total 20 ha, distribuidas en 10 ha tratadas con ECAN y 10 ha utilizadas como testigo con la fertilización del productor (Figura 1).

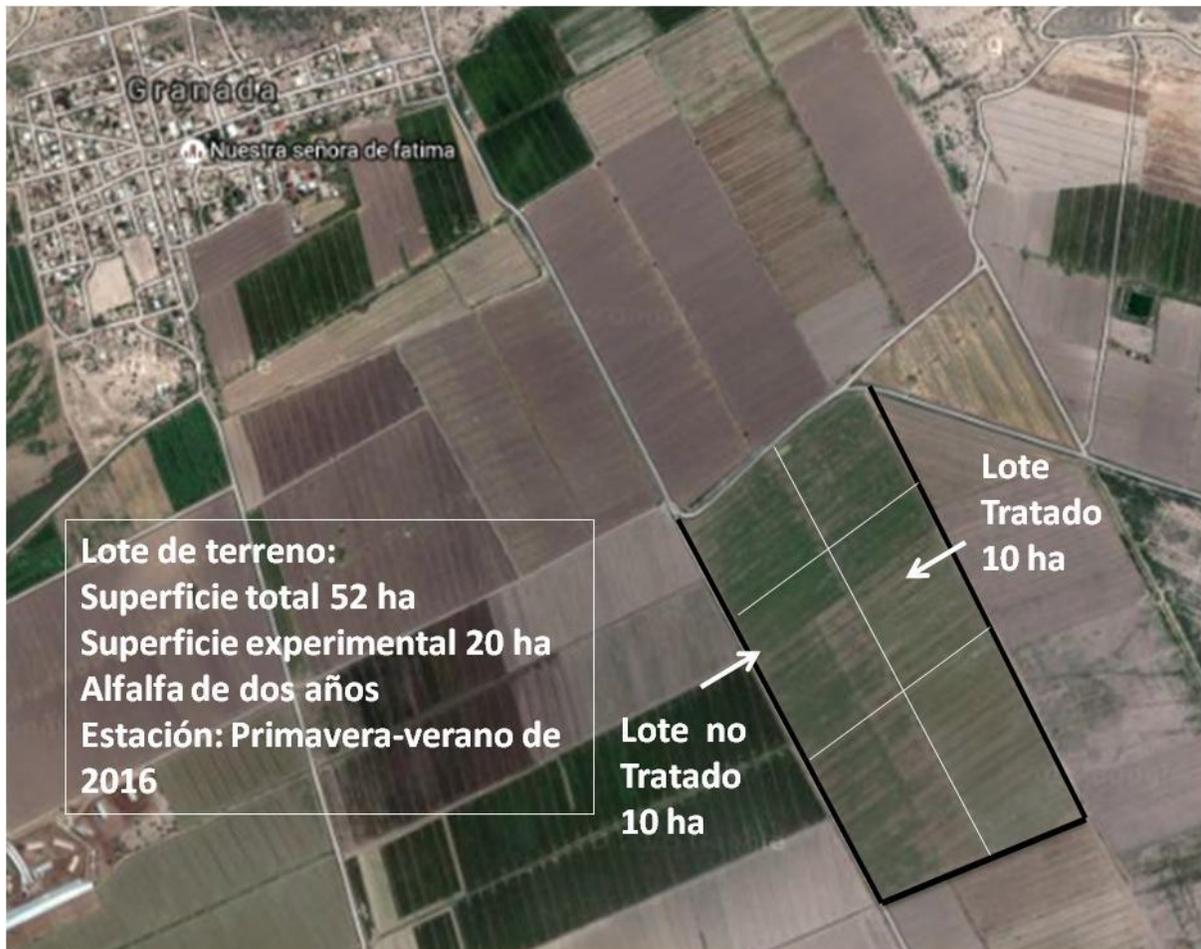


Figura 1. Localización del lote de terreno de 20 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, utilizado para la evaluación de ECAN en alfalfa de dos años en la primavera-verano del año 2016.

3.2 Materiales

El producto utilizado en esta investigación fue un compuesto a base de algas marinas como fertilizante, un complejo nutritivo para cultivos forrajeros conocido como Extractos Comerciales de *Ascophyllum nodosum* (ECAN) que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones líquidas al suelo, con un pH de 7.8-8.2 y con certificación OMRI y BSC (Figura 2).



Figura 2. Garrafón de 3.8 lts del producto Acadian suelo (Nombre comercial) utilizado en el desarrollo de este proyecto de investigación.

Para la realización del presente proyecto se requirió de un lote de un cultivo de alfalfa establecida de segundo año, sembrada en el mes de Diciembre de 2014, con una densidad de siembra de 30-35 kg/ha, de semilla peletizada para las condiciones comerciales de la Comarca Lagunera de aproximadamente 52 ha.

3.3 Métodos

Se realizó un muestreo en el lote experimental en un lote de terreno de aproximadamente 20 ha, 10 establecidas con el producto ECAN y 10 ha como testigo, se obtuvieron muestras representativas de suelo ($n=6$) tres en cada lote y se levantaron además las muestras de follaje (forraje) de la alfalfa en la primavera de 2016, en alfalfa de segundo año, la cual se sembró en diciembre del año 2014.

3.3.1 Aplicación del producto en campo

La aplicación del producto ECAN se dosificó a razón de 1.0 Lt/ha. Para la aplicación del producto en el campo, este se dividió en tablas o melgas de las mismas dimensiones en cuanto largo y ancho (30 m x 300 m) haciendo un total de 9000 m² el área de la tendida (Figura 3). Al momento de cada riego se realizó la preparación en campo al diluir 900 ml del producto ECAN en un recipiente de 20 lts (figuras 4 y 5) para aplicar en cada tabla, distribuyendo el producto de manera uniforme cada 15 minutos en la salida del agua de la válvula del sistema de riego, en algunos riegos de tuvo el apoyo de un dosificador, tal y como se muestra en las figuras 4 y 5.



Figura 3. Lote de terreno de alfalfa después del corte, teniendo una superficie de la tendida de 9000 m², utilizado en el desarrollo de este proyecto de investigación.



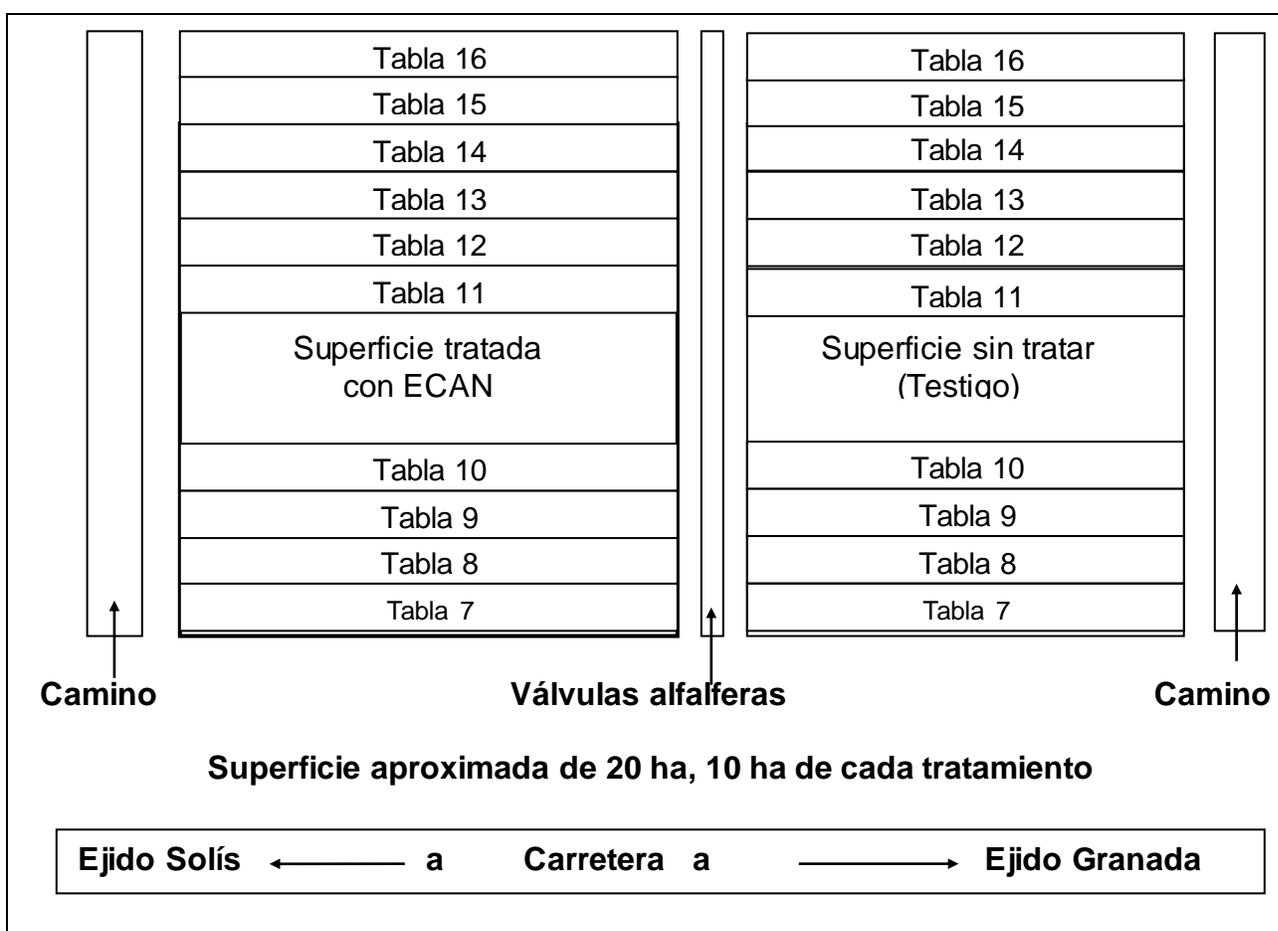
Figura 4. Preparación del producto en una cubeta de 20 lts para dilución y aplicación en cada tabla.



Figura 5. Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto.

El producto se aplicó al centro del lote de las 52 hectáreas, desde la tabla 7 a la 16 en el centro de las 10 hectáreas (T₁) y 10 ha como lote testigo, con el objetivo de evitar los efectos de orilla, tal y como se observa en el croquis del terreno, tanto en el lote tratado como en el lote testigo, recibieron las mismas prácticas de manejo por parte del productor, en lo que se refiere a control de maleza, plagas y enfermedades.

3.3.2 Croquis del terreno en el campo



3.3.3 Tratamientos

En el experimento se realizaron dos tratamientos: (T₁= Lote con aplicación del producto ECAN y T₂= Testigo con fertilización comercial regional) con 10

repeticiones (10 tablas de cada lote).

Para la distribución y aplicación del producto se realizó el siguiente calendario tal y como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Dosis y momentos de la aplicación del producto ECAN en el cultivo de la alfalfa de dos años en el ciclo de primavera del año 2016.

Tratamiento	Dosis de producto/ha	Momento de la aplicación
1. Testigo regional del productor	0.0	
2. Acadian suelo (ECAN) aplicado al momento del riego después de cada corte (etapa enero-julio) Número de riegos estimado 6 y 6 aplicaciones.	1.0 l/ha	Disolución del producto (1.0 lt) en una cubeta de 20 lts, para dosificarlo a la superficie de cada tabla de alfalfa, para posteriormente colocarlo al momento del riego en la válvula de la salida del agua.

3.3.4 Variables a evaluar

1).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía neta para lactancia (Mcal kg⁻¹) de alfalfa de segundo año durante la primavera.

2).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía neta para ganancia (Mcal kg⁻¹) de peso de alfalfa de segundo año durante la primavera.

3).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía neta para mantenimiento (Mcal kg⁻¹) de alfalfa de segundo año durante la primavera.

4).- Evaluar el efecto de la ECAN sobre la energía metabolizable (Mcal kg⁻¹) de alfalfa de segundo año durante la primavera.

3.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T₁= Lote con aplicación del producto ECAN y T₂= Testigo regional) con 10

repeticiones (diez de cada lote). Los resultados fueron analizados a través del ANOVA y la separación de medias por medio de diferencia mínima significativa (DMS $_{0.05}$).

El modelo a utilizar fue el siguiente:

$$T_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

T_{ijk}: Variables aleatorias a evaluar (Enl, En gp, En mant y EN met., etc)

μ : Promedio poblacional

T_i: Efecto de los tratamientos (ECAN vs testigo)

B_j: Efecto de los bloques

E_{ijk}: Error experimental aleatorio.

3.5 Obtención del Tejido Vegetal de las Plantas (TVP)

Para la evaluación y colecta del forraje de la planta de alfalfa se tomaron muestras representativas de cada lote, seleccionando las plantas al azar al centro del lote y cortando la parte basal a 5 -7 cm del suelo, con unas tijeras de podar, colocando todo el material en la bascula (Figura 6), para posteriormente colocarlo en una bolsa de papel previamente etiquetada, para su traslado al laboratorio (Figuras 7 y 8).



Figura 6. Colecta del forraje de alfalfa con tijeras de podar a una altura de 5-7 cm del suelo, para la obtención de las muestras para el análisis de la calidad nutritiva y de las energía netas.

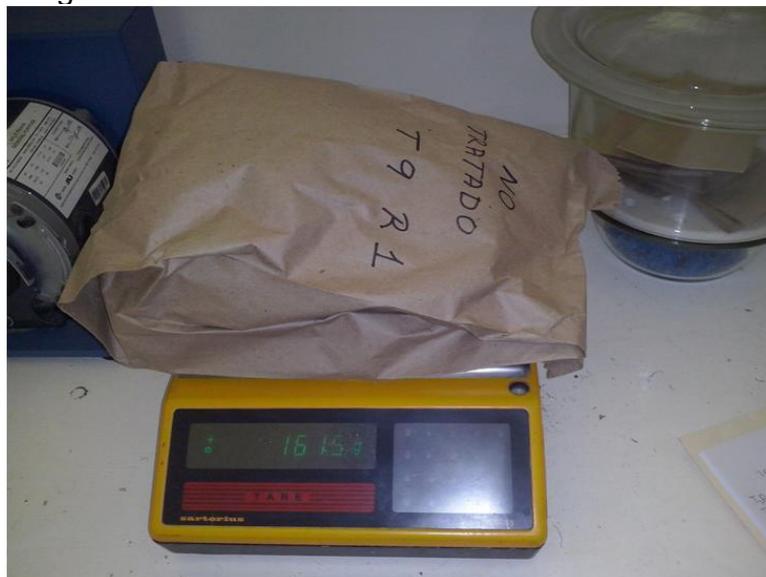


Figura 7. Preparación de las muestras de alfalfa en bolsas de papel etiquetadas para la obtención de su peso y posterior envío al laboratorio para su análisis de calidad nutritiva.



Figura 8. Obtención de las muestras de forraje de alfalfa en cada uno de los lotes del experimento, a través de unas tijeras de podar, para el análisis de la energía neta, en alfalfa de dos años en primavera de 2016.

La evaluación tanto de la energía netas como la energía metabolizable, fue realizado, utilizando la técnica para el análisis de forrajes conocido como NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) por sus siglas en ingles, y en español conocido como el análisis el método de reflectancia en el infrarrojo cercano, el cual en sus salidas permite obtener en el componente de la energía del alimento los valores contenidos en el forraje desde el TND, % hasta las energías netas (lactancia, ganancia de peso y mantenimiento) y la energía metabolizable en el laboratorio certificado de “Agrolab de México” S. A. de C. V., en la ciudad de Gómez Palacio, Dgo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg/MS)

Los resultados obtenidos para este nutriente (EN lact) para seis cortes, los resultados del análisis de varianza, mostraron que no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 1.47 ± 0.05 de Mcal/kg/MS, es decir, de muy ligeramente calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 1.49 ± 0.016 Mcal/kg de EN lactancia es decir, se considera de una calidad ligeramente mayor en 0.02, obteniendo una desviación estándar de 0.122 y 0.04 para el lote tratado y testigo respectivamente, reportando valores de rangos mínimos y máximos de 1.27-1.6 y 1.44-1.54 Mcal/kg tal y como se muestra en el cuadro seis.

Cuadro 6. Obtención de la energía neta para lactancia (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016.

Variable, EN lact. No. de muestra	Fecha de muestreo	T ₁ Mcal/kg	T ₂ Mcal/kg
1	18-feb-16	1.54	1.54
2	22-mar-16	1.52	1.46
3	29-abr-16	1.39	1.44
4	23-may-16	1.60	1.54
5	21-jun-16	1.27	1.49
6	08-ago-16	1.54	1.51
\bar{X}		1.47	1.49
EE		0.05	0.01
Rangos (Min y Max)		1.27-1.6	1.44-1.54
DMS (0.05)		ns	ns

De acuerdo con Nuñez et al (2006), la calidad nutritiva de un forraje está determinado en gran parte por su capacidad para proporcionar energía, lo cual se denomina Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/MS), y la energía es una

medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos, y se clasifican en excelentes mayores a 1.5 Mcal kg^{-1} , buenos de $1.3\text{-}1.5 \text{ Mcal kg}^{-1}$, regulares de $1.1\text{-}1.3 \text{ Mcal kg}^{-1}$ y malos o pobres con valores menores de 1.1 Mcal kg^{-1} (Nuñez et al., 2006).

De acuerdo a los valores obtenidos se observó que no existió efecto de la aplicación de fertilizante orgánico líquido (ECAN) sobre la ENI de la alfalfa y que de acuerdo a los estándares reportados la calidad de la alfalfa obtenida se considera de calidad buena, ya que se encuentra entre el rango de valores de $1.3 - 1.5 \text{ Mcal kg}^{-1}$ reportados en la clasificación por Nuñez et al. (2006).

Otros investigadores como Terrazas *et al.*, (2012), obtuvieron rangos de valores en ENI de 1.42 hasta $1.57 \text{ Mcal kg}^{-1}$ en alfalfas de segundo año durante el invierno, contenidos muy similares a los obtenidos en este estudio. Por lo que respecto a la calidad del forraje obtenido en la presente investigación se considera de categoría buena ya que aportan valores mayores a 1.30 Mcal/kg/MS . Nuñez et al., (2014) reportaron en un estudio en explotaciones lecheras de la Comarca Lagunera en alfalfas de 1ª y 2ª 1.4 ± 0.01 y $1.3\pm 0.01 \text{ Mcal/kg/MS}$, valores similares a los obtenidos en este estudio.

Al analizar los datos obtenidos por corte, se puede observar que en el corte 4 del mes de mayo en el lote tratado fue cuando se obtuvo el mayor valor con 1.60 , seguido del mes de agosto, sin embargo, el corte 5 del mes de junio fue el reportó el valor más bajo con 1.27 . Respecto al lote testigo, los cortes más sobresalientes fueron el corte 1 y 4 el mes de febrero con 1.54 y el mes de mayo siendo el corte 2 del mes de marzo el que aportó el valor más bajo con $1.44 \text{ Mcal kg}^{-1}$.

La RNC (2001), en sus recomendaciones menciona que una vaca Holstein de 690 kg de peso vivo (PV) que reporte una producción lechera de 25.0 kg/día requiere entre 1.5 a 1.85 Mcal de ENL/MS/kg, lo anterior, para vacas al inicio de la lactancia; en dicha escala de energía, las deficiencias pueden retrasar el desarrollo de la glándula mamaria en vacas de primer parto y reducir la cantidad de leche obtenida en vacas adultas.

Otros investigadores como López et al., (2011) mencionan que el nivel óptimo de ENL debe ser entre 1.77 a 2.10 Mcal por kilogramo de alimento para producciones superiores a los 27.0 kg de leche. Los incrementos en el nivel de energía mejoran el consumo de alimento y la producción de leche, reducen las pérdidas de pesos corporales y el periodo del balance de energía al inicio de la lactancia en animales en confinamiento. Broderick et al., (2000) en un estudio de desempeño de vacas lecheras alimentadas con alfalfa encontraron valores entre 1.25 y 1.38 Mcal/kg/MS, valores inferiores a los encontrados en el presente proyecto. Yu et al., (2003), reportaron el efecto de la variedad y madurez en alfalfa reportando una energía neta para lactancia de 1.40 Mcal kg⁻¹, consistente con lo obtenido en este estudio.

4.2 Energía neta para, ganancia de peso (Mcal/Kg/MS)

Los resultados obtenidos para este nutriente (ENgp) para seis cortes, muestran que no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 0.80 ± 0.055 de ENgp, es decir, de muy ligera calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 0.83 ± 0.013 ENgp es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 9.

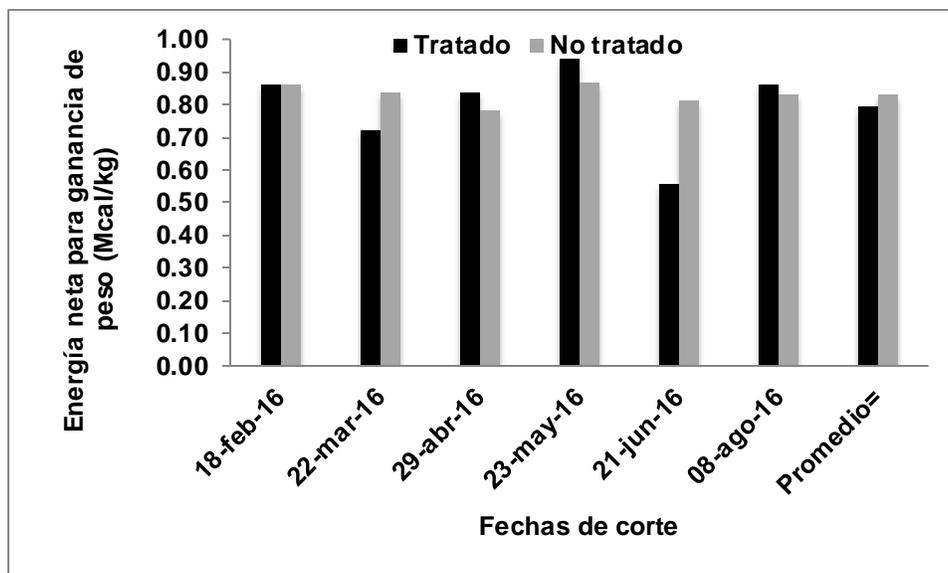


Figura 9. Obtención de la energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016.

El valor nutritivo de un alimento está determinado en gran parte por su capacidad para proporcionar energía, lo cual se denomina Energía Neta (EN) para ganancia de peso (EN_{gp}, Mcal/kg/MS), y la energía es una medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos, y de acuerdo con Terrazas et al., (2012), se pueden clasificar en excelentes cuando reportan valores mayores a 0.75 Mcal kg⁻¹, buenos de 0.65-0.70 Mcal kg⁻¹, regulares de 0.60-0.65 Mcal kg⁻¹ y malos o pobres con valores menores de 0.60 Mcal kg⁻¹ (Terrazas et al., 2012).

Al analizar los datos obtenidos por corte, se puede observar que los valores más bajos obtenidos se obtuvieron en el lote tratado en el corte cinco con 0.56 y el corte dos del mes de marzo con 0.72, este último debido a que se retrasó el riego, mientras que el corte 4 del mes de mayo fue el que mayor valor reportó con 0.94 Mcal kg⁻¹, el lote testigo, el corte 3 del mes de abril fue el que reportó el valor más

bajo con 0.783 y el corte cuatro del mes de mayo el de mayor valor con 0.87, en este lote existió consistencia ya que se mantuvieron con el aporte de casi la misma cantidad de ENgp.

Terrazas et al. (2012) evaluaron 11 variedades de alfalfa y al realizar el análisis de la calidad del forraje en lo que a ENgp encontraron cantidades muy similares a las obtenidas en el presente proyecto de investigación, ya que la variedad más alta reportó 0.75 en la variedad el Camino 888, seguida de la variedad Belleza verde con 0.74 Mcal/kg/MS.

Terrazas *et al.*, (2012), en un estudio muy completo sobre 11 variedades de alfalfa en Chihuahua, reportó en la primavera de 2007 contenidos de ENgp de entre 0.66 y 0.76 Mcal/kg/MS. En el verano de ese mismo año reportó valores entre 0.70 a 0.79, siendo la variedad Camino 999ML la más sobresaliente, sin embargo, en alfalfas de segundo año en el año 2008 en el invierno reportó valores más elevados siendo 0.72 hasta 0.90 en la variedad RG657901, mientras que en la primavera encontró valores muy similares a los obtenidos en este estudio con rangos de ENgp de 0.82 a un máximo de 0.87 Mcal/kg/MS.

Robinson (2001), en alfalfas en California, reportó en heno de alfalfa 0.62 Mcal/Kg/MS, valores ligeramente menores a los reportados en este experimento.

Godoy (2015), reportó en muestras de heno de alfalfa de 0.72 Mcal/Kg/MS, sin embargo, reportó rangos de entre 0.48 y 0.97 de ENg por Mcal/Kg/MS, siendo el valor del rango máximo consistente con los resultados obtenidos en este proyecto.

4.3 Energía neta para mantenimiento

Los resultados obtenidos para este nutriente (EN mantenimiento) para seis evaluaciones, los resultados del análisis de varianza, mostraron que no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 1.37 ± 0.06 de Mcal/kg/MS, es decir, de muy ligeramente calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 1.41 ± 0.016 Mcal/kg de EN para mantenimiento es decir, se considera de una calidad ligeramente mayor en 0.04, obteniendo una desviación estándar de 0.15 y 0.04 para el lote tratado y testigo respectivamente, reportando valores de rangos mínimos y máximos de 1.12-1.54 y 1.35-1.46 Mcal/kg tal y como se muestra en la figura 10.

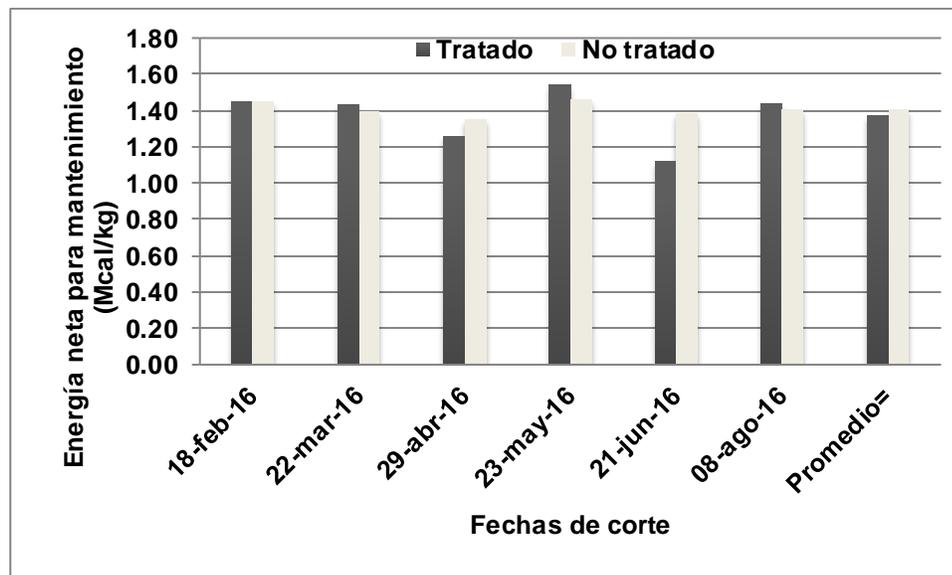


Figura 10. Obtención de la energía neta para mantenimiento (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016.

Al analizar los datos obtenidos por corte, se puede observar que los valores más bajos obtenidos se obtuvieron en el lote tratado en el corte cinco con 1.12 y el

corte dos del mes de marzo con 1.26, este último debido a que se retrasó el riego, mientras que el corte 4 del mes de mayo fue el que mayor valor reportó con 1.54 Mcal kg⁻¹, por otro lado, en el lote testigo, el corte 3 del mes de abril fue el que reportó el valor más bajo con 1.35 y la evaluación cuatro del mes de mayo el de mayor valor con 1.46, en este lote se reportó una mayor consistencia ya que se mantuvieron con el aporte de casi la misma cantidad de EN para mantenimiento.

Terrazas *et al.*, (2012), en un estudio muy completo sobre 11 variedades de alfalfa en Chihuahua, reportó en la primavera de 2008 contenidos de EN mant de entre 1.37 y 1.45 Mcal/kg/MS, siendo la variedad P59N49 la más inferior con 1.37, y la más sobresaliente fue la Belleza verde con 2.29, sin embargo, en alfalfas de segundo año en el año 2008 en el otoño reportó valores más bajos siendo la Camino 1010 con mayor aporte con 1.43, mientras que en la primavera encontró valores muy similares a los obtenidos en este estudio con rangos de EN mant de 1.37 a un máximo de 1.45 Mcal/kg/MS, en alfalfas de segundo año.

4.4 Energía metabolizable

Los resultados obtenidos para este nutriente (En metabolizable) para seis evaluaciones, después del análisis estadístico, los resultados del análisis de varianza, mostraron que no existieron diferencias significativas a ($P \leq 0.05$) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 2.485 ± 0.08 de Mcal/kg/MS, es decir, de muy ligeramente calidad mayor, mientras que en el lote testigo obtuvo el 2.39 ± 0.015 Mcal/kg de EN metabolizable, es decir, se considera de una calidad ligeramente menor en 0.44, obteniendo una desviación estándar de 0.21 y 0.38 para el lote tratado y testigo respectivamente, reportando valores de rangos

mínimos y máximos de 2.16-2.75 y 1.63-2.67 Mcal/kg tal y como se muestra en la figura 11.

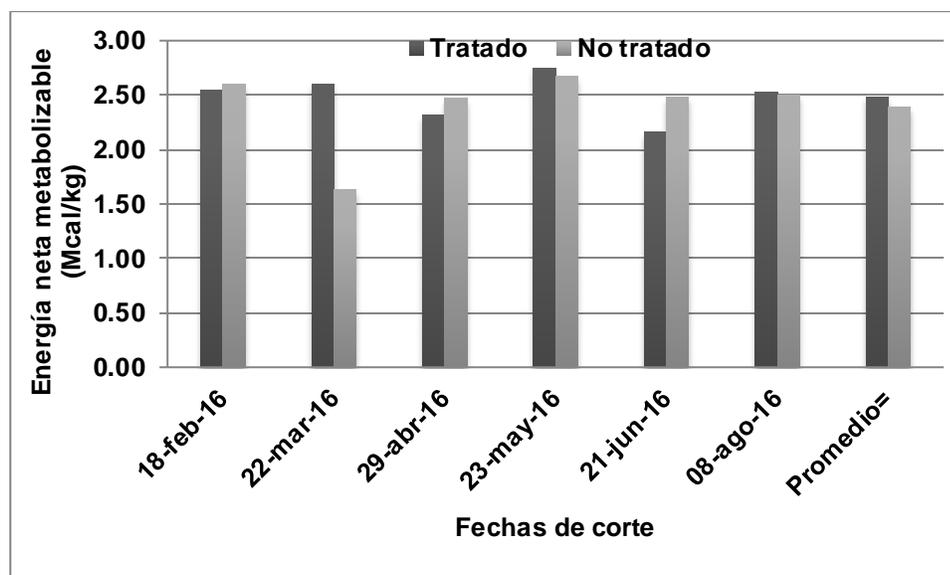


Figura 11. Obtención de la energía metabolizable (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con ECAN vs fertilización comercial en alfalfa de segundo año en el ciclo primavera-verano de 2016.

Al analizar los datos obtenidos por cada corte, se puede observar que los valores más bajos obtenidos se obtuvieron en el lote tratado en el corte cinco con 2.16 y el corte tres del mes de abril con 2.32, este último debido a que se retrasó la fecha de corte, mientras que el corte 4 del mes de mayo fue el que mayor valor reportó con 2.75 Mcal kg⁻¹, por otro lado, en el lote testigo, el corte 2 del mes de marzo fue el que reportó el valor más bajo con 1.63 y la evaluación cuatro del mes de mayo el de mayor valor con 2.67, sin embargo, en los dos lotes para este nutriente no se reportó consistencia ya que se mantuvieron diferentes aportes y contenidos de EN metabolizable.

Liu et al., (2009) en un estudio sobre efectos de diferentes dietas en alpacas, reportaron que la alfalfa verde fresca reporto una energía metabolizable de $1.91 \text{ Mcal kg}^{-1}$

Kamalak et al., (2005) reportaron en un estudio de composición química de alfalfa una energía metabolizable entre $2.006 - 2.33 \text{ Mcal/kg/MS}$, en 14 diferentes variedades de alfalfa, siendo consistentes por los reportados por Filya et al., (2002) y Getachew et al (2002), valores ligeramente inferiores a los obtenidos en el presente proyecto. Yu et al., (2003), reportaron el efecto de la variedad y madurez en alfalfa reportando una energía metabolizable de $2.26 \text{ Mcal kg}^{-1}$.

5. CONCLUSION

Después de realizar el análisis de los resultados obtenidos en este proyecto, se concluye que la aplicación ECAN del producto orgánico líquido (AS) en alfalfa, no produjo diferencias entre los tratamientos para ninguna de las variables estudiadas en este proyecto, por lo que se considera que no existió un efecto sobre la cantidad de energía netas (Lactancia, ganancia de peso, mantenimiento y metabolizable) en la alfalfa de segundo año, sin embargo, todos los cortes evaluados presentaron un contenido energético excelente.

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 años y en otras estaciones.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bouton J. H. 2001. Alfalfa. Proceedings of the XIX International Grassland Congress XIX. Sao Pedro, Sao Pablo, Brazil. 2001:545
- Broderick, G. A., R. P. Walgenbach, and E. Sterrenburg,. 2000. Performance of lactating dairy cows fed alfalfa or red clover silage as the sole forage. Journal of Dairy Science Vol. 83, No. 7, 2000
- Cofré P. y Lorena Ibáñez. Sin fecha. Heno de alfalfa en producción de leche. INIA Quilamapu. Pag 18-19. En línea: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/bioleche/NR37154.pdf>
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ed). México, D. F. 323 p.
- Filya I, Karabulut A, Canbolat O, Degirmencioglu T and Kalkan H 2002 Investigations on determination of nutritive values and optimum evaluation conditions by animal organisms of the foodstuffs produced at bursa province by in vivo and in vitro methods. Uludag Universitesi Ziraat Fakültesi Bilimsel Arastirmalar ve Incelemeler Serisi. No: 25, Bursa, pp.1-16.
- FIRCO. 2009. ProMercado/SAGARPA. Diseño de estrategias de mercado, logísticas y de adecuación de productos para la integración de la alfalfa mexicana en el comercio global de forrajes. Reporte Final 15 de diciembre de 2009 Ciudad Delicias, Chihuahua <http://www.tisconsulting.org/>
- 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
- Getachew G, Crovetto G M Fondevila M, Krishnamoorthy U, Singh B, Spanghero M, Steingass H, Robinson P H and Kailas M M 2002 Laboratory variation of 24 h in vitro gas production and estimated metabolizable energy values of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 102:169-180

- 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.
- Henning C. Jimmy, Garry D. Lacefield, and Donna Amaral-Phillips. 2000. INTERPRETING FORAGE QUALITY REPORTS. Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington, and Kentucky State University, Frankfort.. Issued: 7-91; Last Printed 2-96, 2000
- Hernández-Herrera Rosalba Mireya, Fernando Santacruz-Ruvalcaba, Mario Alberto Ruiz-López, Jeffrey Norrie y Gustavo Hernández-Carmona. 2013. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) J. Appl Phycol. DOI 10.1007/s10811-013-0078-4. Springer Published online: 17 July.
- Inforural. 2012. Alfalfa, producción nacional. En línea: <https://www.inforural.com.mx/alfalfa-produccion-nacional/>
- Kamalak A, Canbolat O, Erol A, Kilinc C., Kizilsimsek M. Ozkan C. O., and Ozkose E. 2005. Effect of variety on chemical composition, *in vitro* gas production, metabolizable energy and organic matter digestibility of alfalfa hays. *Livestock Research for Rural Development. Volume 17, Article #77.* Retrieved January 16, 2018, from <http://www.lrrd.org/lrrd17/7/kama17077.htm>
- López Ordaz, Rufino, Gómez Pérez, Dolores, García Muñoz, José Guadalupe, Mendoza Domínguez, Germán David, Lara Bueno, Alejandro, & López Ordaz, Reyes. 2011. Nivel óptimo de energía neta en el consumo de alimento y producción de leche en el inicio de la lactancia de vacas Holstein-Friesian en confinamiento. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(1), 101-115. Recuperado en 28 de enero de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000100009&lng=es&tlng=es.

- Liu, Q. C. S. Dong H. Q. Li W. Z. Yang J. B. Jiang W. J. Gao C. X. Pei J. J. Qiao. 2009. Effects of feeding sorghum-sudan, alfalfa hay and fresh alfalfa with concentrate on intake, first compartment stomach characteristics, digestibility, nitrogen balance and energy metabolism in alpacas (*Lama pacos*) at low altitude. *Livestock Science*. Volume 126, Issues 1–3, December 2009, Pages 21-27
- López Ordaz R., D. Gómez P., J. G. García M., G. D. Mendoza D., A. Lara B. y Reyes López O. 2011. Nivel óptimo de energía neta en el consumo de alimento y producción de leche en el inicio de la lactancia de vacas Holstein-Friesian en confinamiento. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2011;2(1):101-115
- MacDonald, P., J. F.D. Greenghalg, R. A. Edwards, y C. A. Morgan. 1999. *Nutrición Animal*. 5a ed. Edit. Acribia. Zaragoza, España. 576 p.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Núñez 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 Volumen 14 No. 1 2014*. P 33-41
- Núñez-Hernández, G., A. Peña-Ramos, F. González-Castañeda y R. Faz-Contreras. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad nutricional de forraje. pp. 45-97. *In: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional*. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Libro Científico No. 3. Matamoros, Coah. México.
- Pigurina G. y Ma. Methol. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. Tabla de contenido nutricional de pasturas y Forrajes del Uruguay. Serie Técnica No. 142. Unidad De Agronegocios y Difusión del INIA.
- Putnam Daniel H., P. Robinson and Ed. DePeters. 2008. Forage quality and testing. *Irrigated Alfalfa Management, for Mediterranean and Desert Zones*. http://alfalfa.ucdavis.edu/IrrigatedAlfalfa/pdfs/UCAlfalfa8302ForageQuality_free.pdf

- Ríos Flores J. L., J. Ruiz Torres, J. M. Cisneros Vázquez, J. E. Cantú Brito, M. Torres Moreno y M. Quiñones A. 2008. Producción, productividad y rentabilidad de alfalfa (*Medicago sativa*) irrigada por bombeo en la laguna de 1990 A 2005. Revista Chapingo Serie Zonas Aridas. 2008 7:145-150
- Robinson, P. H. 2003. Estimation the energy value of dairy feeds: evaluating UC Davis and NRC (2001) equations.16.p.CooperativeExtension.UCDavis. [http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson\(web\)](http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson(web)).
- Robinson Peter. 2001. Estimating the energy value of corn silage and other forages. UC Cooperative Extensión, University of California, Davis 95616. <http://alfalfa.ucdavis.edu>.
- SIAP-SAGARPA. 2011. Producción agropecuaria y pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en México. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>.
- SIAP-SAGARPA. 2018. 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>.
- Terrazas Prieto, José 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.
- Todoagro. 2014. Alfalfa, un cultivo con historia. Sitio Argentino de Producción Animal. Todoalfalfa. 2014. Todoagro.com. www.produccion-animal.com.ar
- Undersander D., Becker R., Cosgrove D., Cullen E., Doll J., Grau C., Kelling K. Rice M., Schmitt M., Sheaffer C., Shewmaker and M. Sulc. 2004. Alfalfa management guide. American Society of Agronomy, Soil Science and Crop Science of America, Inc. USA p.58.
- 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

Yu P., D. A. Christensen, J. J. McKinnon, and J. D. Markert. 2003. Effect of variety and maturity stage on chemical composition, carbohydrate and protein subfractions, in vitro rumen degradability and energy values of Timothy and alfalfa. CANADIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE. 83(2): 279-290