

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre la energía neta, valor relativo del forraje y litros de leche por tonelada de forraje de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera**

**POR**

**SINDY BERENICE ESTRADA CARRERA**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**OCTUBRE DE 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre la energía neta, valor relativo del forraje y litros de leche por tonelada de forraje de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera

POR

SINDY BERENICE ESTRADA CARRERA

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. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

VOCAL:

  
\_\_\_\_\_

MVZ. CUAHUTÉMOC FÉLIX ZORRILLA

VOCAL:

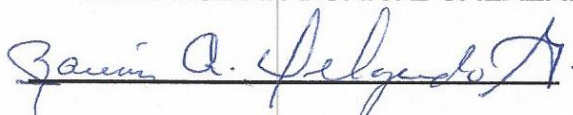
  
\_\_\_\_\_

IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES

VOCAL SUPLENTE:

  
\_\_\_\_\_

MVZ. ROMÁN DUARTE SALAZAR

  
\_\_\_\_\_

MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
División Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación del efecto de Acadian suelo sobre la energía neta, valor relativo del forraje y litros de leche por tonelada de forraje de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera

POR

SINDY BERENICE ESTRADA CARRERA

TESIS

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

OCTUBRE DE 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mis padres**, Rogelio Barraza Araiza y Olga Lidia Estrada Carrera por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionalista.

**A mis hermanos**, Karla Liliana Estrada Carrera, José Eduardo Estrada Carrera y Juana Patricia Estrada Carrera por ser parte de mi familia y darme su ayuda incondicional.

**A Laura Cristina Romo Ramos**, mi mejor amiga incondicional en la que puedo confiar y por estar en los momentos difíciles cuando más la necesitaba, gracias.

**A mi Alma Mater**, por aceptarme ser parte de ella y darme una formación como profesionalista.

**Al Dr. Jesús Enrique Cantú Brito**, por brindarme todo su apoyo y permitirme ser parte de su proyecto para realizar mi tesis de titulación.

**A todos los maestros que siempre me ofrecieron su apoyo**. Por brindarme su conocimiento, su amistad y consejos, a todos muchas gracias.

**A Acadian Seaplants y al Dr. Pedro A. Cerda García**, *Market Development Scientist Latin America*, por facilitar los productos utilizados en esta investigación y por los apoyos recibidos durante la realización del trabajo.

## DEDICATORIAS

**A mis padres**, Rogelio Barraza Araiza y Olga Lidia Estrada Carrera por su confianza, amor y el apoyo que me brindaron todo este tiempo.

**A mi abuela**, María Gloria Carrera Reyes a quien amo aunque ya no se encuentre entre nosotros.

**A mis hermanos**, Karla Liliana Estrada Carrera, José Eduardo Estrada Carrera y Juana Patricia Estrada Carrera a quienes quiero mucho.

**A mi mejor amiga** Laura Cristina Romo Ramos a quien quiero y confié mucho.

**A mi prima** a quien quiero como hermana, Mónica Chávez Estrada.

**A mis amigos de generación LVI de la carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia**, Guillermo Muñoz Serrano, Pedro Lara Pérez, Sandra Ahidé Pérez Aguilar, Alejandra Elizabeth Rodríguez Pérez, Cecilia López Alemán, a quienes aprecio y quiero mucho, por su amistad apoyo y los buenos ratos que pasamos juntos.

**A mis amigos**, Esther Morales, Anahí Garza, Marlene Villalba, Ana Laura Gallegos, Yadira Hernández, Saúl Esquivel, Matías Sosa, Pamela Aguilera, Liliana Núñez, Noé Naranjo, Alejandra Romero, Cesar Zárate por compartir parte de su vida conmigo, aconsejarme, brindarme apoyo, y muchos momentos agradables e inolvidables juntos.

**A toda mi familia**, gracias a todos por sus consejos, toda su ayuda y su apoyo, mil gracias a todos los que estuvieron y siguen estando conmigo.

## RESUMEN

Utilizando el análisis de alimentos NIRS se obtuvo la energía neta para ganancia de peso (ENg Mcal Kg/MS), valor relativo del forraje (VRF), calidad relativa del alimento (CRA) y litros de leche por tonelada de materia seca (Lts/leche/Ton/MS) y con el Milk 2006 los Kg de leche por hectárea, y tuvo como objetivo evaluar el efecto del Acadian suelo (As) sobre la ENg, VRF, CRA y Lts/leche/ton MS de la alfalfa (*Medicago sativa*) a diferencia del productor en alfalfa de primer año y se llevo a cabo en un lote de terreno (52 ha) localizado en las “Tablas de Frías” del Grupo Tricio Haro (GTH), en la Comarca Lagunera de julio a diciembre de 2015. La alfalfa se sembró en diciembre de 2014 y el primer corte fue en julio de 2015. El diseño experimental fue en bloques al azar con dos tratamientos (T1= Lote con aplicación del producto Acadian y T2= Testigo regional) con 10 repeticiones y seis cortes.

Para las variables ENg, VRF, CRA y Lts/leche/ton MS no existieron diferencias significativas a ( $P < 0.05$ ), sin embargo para la variable kg/leche/ha si existieron diferencias altamente significativas a ( $P < 0.003$ ) entre tratamientos. Para ENgp, el lote tratado fue de  $0.65 \pm 0.083$  Mcal  $\text{kg}^{-1}$  y en el lote testigo obtuvo el  $0.69 \pm 0.077$  Mcal  $\text{kg}^{-1}$ . Para VRF se obtuvo un promedio de  $199.16 \pm 17.79$  en el lote tratado, mientras que el lote testigo reportó  $203.16 \pm 16.59$ . El promedio del lote tratado reportó un CRA de  $185.66 \pm 17.54$  y el lote testigo  $196.66 \pm 16.55$ . El promedio del lote tratado para lts de leche/ton/MS reportó  $1639.83 \pm 55.22$  y el lote testigo  $1633.67 \pm 48.75$ , para kg/leche/ha, ( $n=6$ ) la cantidad obtenida para el lote tratado fue de  $26,720 \pm 966.87$ , mientras que el testigo se obtuvo  $22,731 \pm 963.33$  kg/leche/ha, existiendo gran potencial para la producción de leche considerándose como alfalfa de calidad excelente.

**Palabras clave;** Fertilización orgánica, alfalfa, VRF, CRA, lts/leche/ha

## ÍNDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Objetivo	4
Hipótesis	5
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>6</b>
2.1 Superficies de alfalfa en México	6
2.2 Superficies de alfalfa en la Comarca Lagunera	6
2.3 Energía neta para mantenimiento (NE <sub>m</sub> ) y energía neta para ganancia (NE <sub>g</sub> )	7
2.4 Valor Relativo del Alimento (VRA)	10
2.5 Calidad Relativa del Forraje (CRF)	15
2.6 Calidad Relativa del Forraje (CRF) vs Valor Relativo del Alimento (VRA)	17
2.7 Métodos de análisis de forrajes (Cozzolino Daniel, 1998)	21
2.7.1 Método Químico	21
2.7.2 Reflectancia por espectroscopia del infrarrojo cercano (Near Infrared Refractance Spectroscopy) por sus siglas en inglés (NIRS)	22
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>25</b>
3.1 Localización	25
3.2 Ubicación del experimento	25
3.3 Materiales	26
3.4 Métodos	27
3.4.1 Empleo del artículo en campo	27
3.4.2 Croquis del terreno	29
3.4.3 Calendario de aspersión y cortes	29
3.5 Tratamientos	30
3.5.1 Variables a evaluar	31
3.5.2 Rendimiento del cultivo	31

3.6 Diseño experimental	33
3.7 Calidad nutritiva	34
4. RESULTADOS Y DISCUSION	35
4.1 Energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg/MS)	35
4.2 Valor Relativo del Forraje (VRF)	37
4.3 Calidad Relativa del Alimento (CRA)	39
4.4 Litros de leche por tonelada de materia seca (Lts/leche/Ton/MS)	41
4.5 Litros de leche/ ha (Lt/ha)	42
5. CONCLUSION	45
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46



## ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Superficies del cultivo de la alfalfa en México, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2014 según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.	6
Cuadro 2	Superficies del cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera de Coahuila, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2014 según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.	7
Cuadro 3	Categorías de clasificación del Valor Relativo del Forraje según lo reportado por (Linn y Martin, 1989).	14
Cuadro 4	Cuatro categorías de la calidad según Moore et al., (2002) y Moore et al., (2002).	15
Cuadro 5	Rangos típicos de composición en henos de leguminosas y gramíneas (García et al., 2005).	17
Cuadro 6	Valores de la calidad del forraje de algunos forrajes en diferentes estados de crecimiento, incluyendo alfalfa y gramíneas (Dunham, 1998).	19
Cuadro 7	Calendario de cortes y riegos de la alfalfa de primer año utilizando en la aplicación de Acadian suelo vs fertilización del productor en la comarca lagunera.	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Rangos de Calidad Relativa del Forraje (CRF) que están disponibles para algunas clases de ganado (Adaptado de Undersander et al., 2011)	9
Figura 2	Correlación entre la calidad relativa del forraje con los valores del valor relativo del forraje (Jeranyama and Garcia, 2004).	20
Figura 3	Localización de la Comarca Lagunera, conformada por los estados de Coahuila y Durango (Tomado de Comarcalagunera.com).	25
Figura 4	Localización del lote de terreno de 52 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, utilizando para la evaluación de Acadian suelo en alfalfas de primer año en el año 2015.	26
Figura 5	Dilución del producto Acadian suelo antes de la aplicación al momento del riego.	28
Figura 6	Preparación del producto en una cubeta de 20 lts para la aplicación en cada tabla.	28
Figura 7	Aplicación del producto en la salida de la válvula del agua para mejor distribución del producto.	28
Figura 8	Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto.	28
Figura 9	Método del cuadrante utilizado para evaluar el rendimiento de la alfalfa.	32
Figura 10	Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia verde, por unidad de superficie.	32
Figura 11	Colocación de las muestras en la estufa a 72 °C durante 24 horas para el secado de las muestras.	33
Figura 12	Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia seca, para posteriormente convertir a kg por hectárea.	33
Figura 13	Obtención de la energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con Acadian suelo vs fertilización comercial en alfalfa de primer año en el ciclo verano otoño de 2015.	36

<b>Figura 14</b>	<b>Obtención del valor relativo del forraje del cultivo de alfalfa tratado con Acadian suelo vs Testigo en alfalfa de primer año en el ciclo verano-otoño de 2015.</b>	<b>38</b>
<b>Figura 15</b>	<b>Obtención de la calidad relativa del alimento (CRA) del cultivo de alfalfa tratado con Acadian suelo vs testigo en alfalfa de primer año en el ciclo verano-otoño de 2015.</b>	<b>40</b>
<b>Figura 16</b>	<b>Obtención de los litros de leche por ton/MS del cultivo de alfalfa de primer año en el ciclo verano-otoño en la Comarca Lagunera en el año 2015.</b>	<b>41</b>
<b>Figura 17</b>	<b>Rendimiento de kilogramos de leche por hectárea en 6 cortes del cultivo de alfalfa (Medicago sativa) de primer año tratado con Acadian suelo vs testigo comercial en el ciclo verano otoño en la comarca lagunera, en el año 2015.</b>	<b>43</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La alfalfa es una leguminosa que dura todo el año (perenne) que ocupa el sexto lugar de valor agrícola a nivel nacional, alcanzando los 15,132 mdp en 2012 siendo este año donde tuvo el mayor valor de producción de 2010 a 2014. La siembra se asocia al desarrollo de la ganadería, debido a su importante uso como forraje. La superficie destinada a la alfalfa ocupa el 1.8% del total de la superficie agrícola en el país, esto es 390 mil hectáreas, para el año 2013 (SIAP-SAGARPA, 2014). La producción se ha incrementado a una tasa de 1.7% anual en los últimos diez años, alcanzando actualmente 31 millones de toneladas (Financiera Nacional de Desarrollo, 2014)

Los principales estados que producen alfalfa en México en el año 2010, fueron Chihuahua con 74,020 ha, Guanajuato con 53,675 ha e Hidalgo con 48,243 ha, con una producción nacional de 29, 110,563 toneladas de forraje (SIAP, 2014).

La producción en la Comarca Lagunera de alfalfa genera una importante derrama económica y se utiliza para satisfacer la demanda de los establos lecheros locales y los demás sistemas de producción pecuaria en los Estados de Coahuila y Durango; los forrajes faltantes se comercializan para la cuenca lechera ubicada en la Región Lagunera, provenientes principalmente del estado de Chihuahua.

La alfalfa ha sido el cultivo forrajero más importante en que se ha apoyado la producción ganadera en la Comarca Lagunera, particularmente en la producción de leche de bovino, hoy en día la cuenca más grande de México en su tipo, en torno a la cual se ha creado el corporativo lechero-lácteo LALA, también el más grande del país y uno de los más sobresalientes en el continente americano, además de que la producción local también provee a otros consorcios como Alpura y Nestlé, entre los más relevantes.

La superficie de este cultivo se ha mantenido relativamente constante a partir del año 2008 a la fecha con una superficie aproximada entre 39,000 a 42,000 ha (SIAP, 2014). Aunque tiene otros usos, es considerado un excelente forraje para la alimentación del ganado debido a sus valores nutricionales, al grado que se le conoce como la "reina de los forrajes", y este es el principal motivo por el cual se ha sembrado en la región, donde incluso la superficie señalada, aunada a la dedicada a otros forrajes estacionales, es insuficiente para mantener un hato bovino lechero que presenta un inventario de 421,000 cabezas, aparte de los caprinos, bovinos de carne y otras especies animales domesticadas con valor económico y/o social para la población lagunera.

En la Comarca Lagunera el agua es un factor limitante para la agricultura especializada no sólo para producción de forraje o ensilaje de maíz, sino también para productores de nogal y alfalfa. Esto es más evidente en la agricultura de riego por gravedad proveniente de las presas que año tras año abastecen y dan vida a buena parte de la agricultura de la región, ya

que la falta de lluvias y la constante explotación han dado pie a una reducción considerable del volumen de agua aprovechable para la producción de forraje para heno y en especial de la alfalfa

En la Comarca Lagunera la producción de alfalfa como forraje para la creciente población de bovinos lecheros de 231,713 en 2010 a 421,000 cabezas en 2014, toma dos vertientes, una es “calidad” y la otra es la “cantidad” y su relación con el consumo de agua. La producción de “calidad” busca un alto contenido proteico de la materia seca y es la preferida para la alimentación de las vacas lecheras. La producción de “cantidad” tiene como meta un volumen alto (Ton/ha) y es el enfoque de los que venden el forraje en verde o en heno a los establos lecheros.

La superficie sembrada para el estado de Durango en el 2013 fue de 29,652 ha con un rendimiento promedio de 85.16 (ton/ha) y una valor de la producción de 1,535 millones de pesos, por otro lado en la Comarca Lagunera de Coahuila se establecieron 22,401 ha con un rendimiento promedio de 75.37 (Ton/ha) y un valor de la producción de 897 millones de pesos (SIAP, 2014).

Actualmente, el desarrollo de una agricultura eficiente y sustentable, una población sana y la conservación de los fundamentos de la vida, exigen favorecer la opción de una agricultura que fomente prácticas y técnicas amigables con el medio ambiente, donde los agroquímicos sintéticos, todos tóxicos en mayor o menor grado, tienden a ser excluidos definitivamente.

Por tanto, es necesario evaluar y adoptar nuevas tecnologías de fertilizantes donde el principal indicador para su adopción sea la productividad del forraje (PF) expresada como kg de materia seca (MS) por unidad de superficie (Morozzi *et al.*, 2005), es decir, el rendimiento y por otro lado la calidad nutritiva.

### **Objetivos**

Evaluar el efecto de la fertilización Acadian suelo a diferencia de la química (comercial) en alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año sobre la energía neta para ganancia de peso, valor relativo del forraje y litros de leche por tonelada de forraje en la Comarca Lagunera.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el efecto de la fertilización orgánica, sobre el aporte de Energía neta para ganancia de peso (ENgp) (Mcal /kg MS) en alfalfa.
2. Determinar el efecto de la fertilización orgánica, sobre el valor relativo del forraje en alfalfa de primer año.
4. Determinar el efecto de la fertilización orgánica, sobre litros de leche por tonelada de forraje de alfalfa de primer año.
5. Determinar el efecto de la fertilización orgánica, sobre la calidad relativa del alimento en alfalfa de primer año.
6. Evaluar el efecto de la fertilización orgánica, sobre litros de leche por hectárea de alfalfa de primer año.

### **Hipótesis**

La cantidad de energía neta para ganancia de peso, el valor relativo del forraje y litros de leche/ ton de forraje de la alfalfa varía de acuerdo al nivel de fertilización, aumentando con la fertilización Acadian Suelo (AS) vs testigo del productor.



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Superficies de alfalfa en México

El área que se cultiva con alfalfa en México, es de 387,571 hectáreas y se obtiene un rendimiento promedio de 19.8 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de forraje henificado (seco) y un rendimiento de 81.69 ton/ha de materia verde (SAGARPA, 2015).

Cuadro 1. Superficies del cultivo de la alfalfa en México, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2014 según datos de SAGARPA, 2015.

Año	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
2010	383,436.68	377,755.75	29,110,563.04	77.06	378.51	11,018,750.50
2011	387,799.54	376,421.64	28,247,520.47	75.04	462.18	13,055,453.78
2012	391,184.42	387,854.50	31,019,937.24	79.98	487.82	15,132,173.06
2013	389,809.87	387,460.42	31,270,803.57	80.71	464.88	14,537,271.71
2014	387,571.81	386,063.31	31,538,099.27	81.69	465.38	14,677,307.55

### 2.2 Superficies de alfalfa en La Comarca Lagunera

Durante el ciclo agrícola 2014, se sembró un superficie de 38,501 ha con alfalfa en la Comarca Lagunera, mientras que en la región Lagunera de Coahuila se

sembraron en el año 2014 15,315 ha, con un rendimiento de 89.61 de materia verde y una valor de la producción de 741 mil millones de pesos (SAGARPA, 2015).

Cuadro 2. Superficies del cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera de Coahuila, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2014 según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.

Año	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
2010	16,255.00	16,255.00	1,376,604.00	84.69	400.00	550,641.60
2011	14,617.00	14,617.00	1,210,208.00	82.80	400.00	484,083.20
2012	14,916.00	14,884.00	1,311,220.32	88.10	480.98	630,669.13
2013	15,026.40	15,009.40	1,299,432.90	86.57	464.04	602,986.73
2014	15,315.20	15,279.20	1,369,212.90	89.61	541.80	741,844.40

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

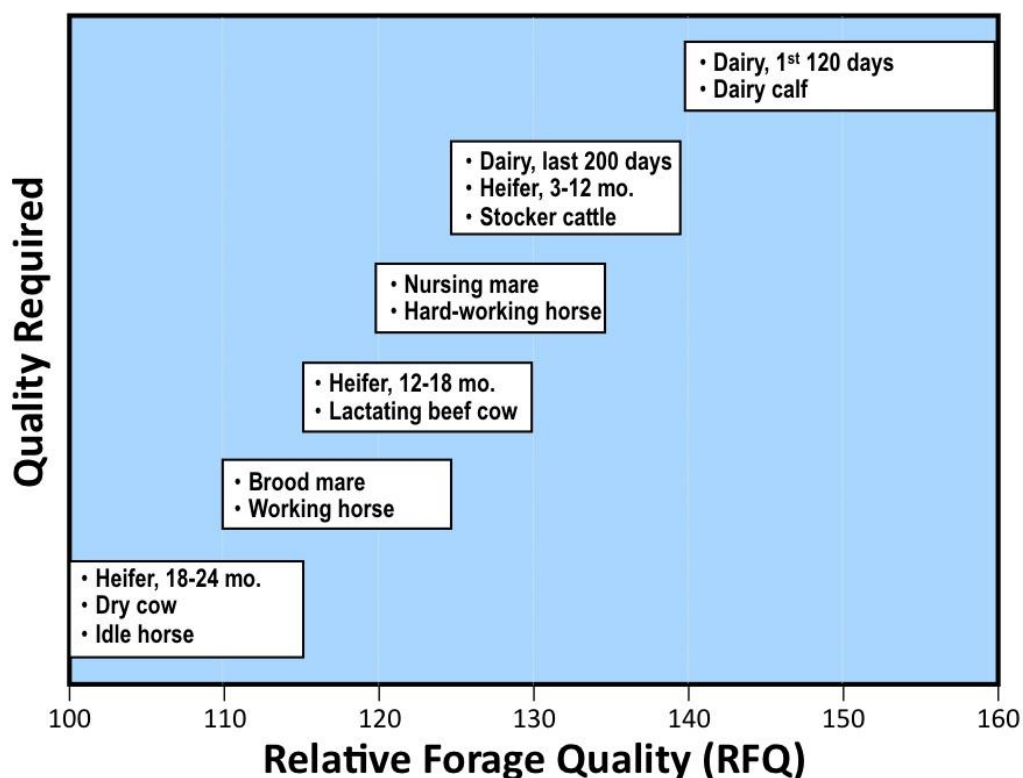
El sistema de energía neta usado por el NRC para el ganado de carne asigna valores de energía para cada alimento y de forma similar subdivide los requerimientos energéticos de los animales. La energía del alimento es utilizada con menor eficiencia para depositar nuevo tejido corporal que para mantener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

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).

Como resultado, un forraje de alta calidad puede definirse como aquel que contiene grandes concentraciones de energía digestible y es capaz de ser consumido en grandes cantidades. Los científicos han desarrollado varios diferentes medidas de calidad del forraje. Sin embargo, la mayoría de las medidas de la calidad del forraje no permiten fácilmente una comparación de forraje entre los diferentes tipos de forrajes o especies. Para simplificar la evaluación de la calidad del forraje, los doctores John E. Moore (Universidad de Florida) y Dan Undersander (Universidad de Wisconsin) desarrollaron el cálculo de la calidad relativa de forraje (CRF). Hay dos factores usados en la medición de la solicitud de cotización (ecuación 1). Estos incluyen: 1) el Total Digestible nutrientes (TDN), que es una medida de energía digestible y 2) una predicción calculada de la ingesta de materia seca (DMI) (Undersander et al., 2011).

Como consecuencia de lo robusto de la medición del CRF, los investigadores han sido capaces de vincular los rangos de CRF que son más deseables y más probables a las necesidades de diferentes clases de animales. Estos rangos pueden encontrarse en la figura uno y permitirían al manejador de ganado que tiene datos relacionados con el CRF de un lote particular de forraje para determinar rápidamente si es apropiado a las necesidades y requerimientos de la clase animal están siendo alimentados (Undersander et al., 2011).



Adapted from [Undersander et al., 2011](#).

Figura 1. Rangos de Calidad Relativa del Forraje (CRF) que están disponibles para algunas clases de ganado (Adaptado de Undersander et al., 2011).

Es la estimación del valor de la energía de un alimento 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 lactantes y de acuerdo al NRC es la energía contenida en la leche producida y es el equivalente a la suma de los calores de combustión de grasa, proteína y lactosa. (Terrazas, 2012).

#### **2.4 Valor relativo del alimento (VRA)**

El VRA es un índice que se usa para clasificar los heno o ensilajes basado en el cálculo de la Digestibilidad de la Materia Seca (DDM) y el Consumo de Materia Seca (DMI). La digestibilidad y el consumo se estiman a partir del análisis de ADF y NDF respectivamente (García et al., 2005).

Se utiliza para evaluar calidad, toma en cuenta digestibilidad y consumo. Esto es más valorado y utilizado para animales que están en altos niveles de producción lechera, por ejemplo.

Se calcula con la siguiente fórmula:  $VRA = DMS \times CMS / 1.29$ . El RFV es un índice para renquear un forraje de acuerdo a su energía digestible y potencial de consumo. Por ejemplo: un FDA de 35% y FDN de 42%, DDM se calcula en 61.6% y DMS se calcula en 2.86% del peso corporal.

Utilizando formulas y valores de la " NebGuide". Dado estos números en valor de VRF es de 136.5 ( $61.6 \times 2.86 \% 1.29$ ) VRF se ha vuelto popular en los mercados forrajeros.

El número derivado del cálculo del VRF no tiene unidades y es usado sólo como un índice para comparar la calidad de diferentes heno. La proteína cruda no es un factor que se use en el cálculo (García et al., 2005) Un forraje con un RFV de 100 contiene 41% de ADF y 53% de NDF. La fórmula para el RFA es como sigue:

$$VRA = \frac{DDM \times DMI}{1.29}$$

## 1.29

Hoy los nutricionistas están estudiando RFQ (Calidad Forrajera Relativa) para reemplazar a RFV. RFQ ha mejorado la habilidad de evaluar el índice de digestibilidad y de la resultante producción de leche. El valor del índice RFQ para forraje de alta calidad, será de 150 o mayor. RFQ usa NDF Digestible de acuerdo al DMI. RFQ mide el total de energía consumida por el animal, no solo fibra, también los carbohidratos provenientes de No-fibrosos, CP, ADF, NDF, y NDF Digestible. Todo suena a veces muy complicado como para decir que hoy contamos con mejores índices para predecir cuanta energía y proteína puede un animal ingerir a boca llena de forraje o ración. Energía Neta disponible para producción después que el animal cubre requerimientos para digestión, metabolismo y pérdida de calor corporal todos estos valores se explican en la NebGuide “ analizando alimentos para ganado’

Calsamiglia (1997) menciona que la calidad de los forrajes es la pieza fundamental de la formulación de raciones en hatos de alta producción. Y a pesar de ello, la atención prestada a este aspecto es muy limitada y ciertamente poco valorada.

Según lo explicado anteriormente, los forrajes constituyen el factor limitante de la producción animal en cuanto que aportan la mayor parte de la FDN (que limita la ingestión) y FDA (que determina el valor energético de la ración). Con frecuencia se ha considerado a la proteína de las leguminosas como criterio de valoración de su calidad. Sin embargo, un déficit de proteína debido a una alfalfa con poca calidad tiene una solución relativamente fácil: utilizar más suplementos proteicos (soya). Sin

embargo, cuando la ingestión o la digestibilidad de la ración se ve comprometida como consecuencia de la calidad del forraje, no hay solución.

El Valor Relativo de los Forrajes combina los factores nutricionales más importantes (el potencial de ingestión y su digestibilidad). El potencial de ingestión viene determinado por el contenido de FND según la siguiente fórmula:

$$CMS (\% PV) = 120/FDN (\%MS)$$

La digestibilidad de la MS se calcula en función del contenido en FDA:

Según lo explicado anteriormente, los forrajes constituyen el factor limitante de la producción animal en cuanto que aportan la mayor parte de la FND (que limita la ingestión) y FAD (que determina el valor energético de la ración).

Se debe redefinir el concepto de calidad de forrajes para la alimentación de los rumiantes, de tal manera que éste dependa de su capacidad de estimular la máxima producción, lo que a su vez depende de la capacidad de ingestión (FND) y de su digestibilidad (FAD). Esta estrategia de valoración de forrajes ha estimulado a investigadores de la Universidad de Minnesota (Linn y Martin, 1989) a desarrollar un índice de calidad de forrajes: el Valor Relativo de Forrajes (VRF).

$$DMS (\%) = 88,9 - (0,779 \times FAD, \%)$$

El valor relativo de los forrajes (exceptuando el ensilado de maíz) se calcula como:  $VRF = (DMS \times CMS)/1,29$

Donde MS=materia seca; CMS=ingestión de MS; DMS=digestibilidad de la MS.

Este valor es un índice y no tiene unidades, pero permite comparar la calidad (entendida como la capacidad de un forraje de producir una respuesta productiva

mayor) de leguminosas, gramíneas y sus mezclas, bien sean en fresco, ensiladas o henificadas.

Si se analiza con detalle la relación entre el nivel de producción, la capacidad de ingestión y los límites recomendados de fibra en la ración, se puede concluir que la calidad del forraje (valorado en función de su potencial de ingestión y digestibilidad) es el factor limitante de la producción, y que en bovinos de producción de leche media-alta, es necesaria la utilización de forrajes con un VRF superior a 125. Sería interesante que productores, ganaderos y profesionales del sector lechero adoptaran este nuevo sistema de valoración de forrajes (Forgran, 2014).

Dicho índice es objetivo y preciso para determinar la cantidad de forraje. El VRF de 100 % equivale a una alfalfa en plena floración. Los forrajes con VFR por encima de 100 son de mejor calidad que la alfalfa en plena floración (53% FDN y 41% FDA) (Linn y Martín, 1989).

Cuadro 3. Categorías de clasificación del Valor Relativo del Forraje según lo reportado por (Linn y Martín, 1989).

Clasificación	FND	FAD	VRF
---------------	-----	-----	-----



Extra	<40	<31	>151
1 <sup>a</sup>	40-46	31-35	150-125
2 <sup>a</sup>	47-53	36-40	124-103
3 <sup>a</sup>	54-60	41-42	102-87
4 <sup>a</sup>	63-65	43-45	86-75
5 <sup>a</sup>	>65	>45	<75

Una forma de utilizar la clasificación anterior es a través de colocar a las vacas lecheras según su producción y su relación con la calidad del forraje en:

Vacas de alta producción VFR > 130

Vacas de media producción VFR en torno a 100-120

Vacas de baja producción VFR en torno a 100

En el cuadro 4 investigadores como Smith (2002) y Harrison (1995), definen la calidad de un forraje en cuatro categorías dependiendo de los contenidos de porcentajes de nutrientes que aportan los forrajes colocándolos en ciertas categorías.

Cuadro 4. Cuatro categorías de la calidad que definen un forraje de calidad según More et al., (2002a) y More et al., (2002b).

Calidad	PC, %	FDA, %	FDN, %	ENI Mcal	Consumo, %PV
---------	-------	--------	--------	----------	--------------

Pobre	8	Mayor 45	Mayor 65	1.1 o menor	Menor 1.8
Buena	11	41-45	54-65	1.33	1.8-2.2
Excelente	17	31-40	40-53	1.44	2.3-3.0
Superior	Mayor 19	Menor 31	Menor 40	1.5 o más	Mayor a 3.0

### 2.5 Calidad relativa del forraje (CRF)

En el VRA, la DMS es estimada a partir del FDA, lo cual no tiene en cuenta las diferencias en la digestibilidad de la fibra. En el CRA, la DFDN es usada para calcular TDN1 X (TDN a un múltiplo de mantenimiento) en lugar de la DDM, reflejando de esta forma las diferencias en la digestibilidad de la fibra de los henos (García et al., 2005).

$$\text{RFQ} = (\text{DMI1 como \% del peso corporal}) \times (\text{TDN1 X como porcentaje \% de la materia seca}) / 1.23$$

El divisor 1.23 ajusta la ecuación para que tenga una media y un rango similares al VRA (García et al., 2005)

El CRF refleja diferencias en condiciones de crecimiento debido a la temperatura ambiental, lo cual impacta la dNDF. Las gramíneas tienen un alto contenido en NDF, pero esa fibra es típicamente de alta digestibilidad. Por lo tanto las gramíneas tenderían a ser evaluadas con más precisión con el VRA que con el CRF. El CRF funciona bien en leguminosas y en gramíneas de estación cálida y fría. (García et al., 2005) En resumen:

La fibra es más digestible cuando crece bajo un clima más frío. Por lo tanto:

- El primer corte va a tender a tener mayor fibra digestible que los cortes posteriores que crecen bajo temperaturas más altas.
- La misma cosecha cultivada en el medio oeste va a tender a tener mayor fibra digestible que cuando crece en los estados del sur.
- La alfalfa que crece en los valles de montaña en el Oeste tendrá una mayor fibra digestible que aquella que crece en los valles más bajos.
- Las hojas tienen bajo contenido en fibra y es de mayor digestibilidad. Por lo tanto las pérdidas a la cosecha van a resultar en mayores pérdidas de CRF que de VRA
- El CRF se reduce por el daño térmico pero el VRA no.

En muchas circunstancias el CRA y el VRF promedian aproximadamente lo mismo así que el CRF puede ser sustituido por el VRA para adjudicar un precio, contrato y para otros usos. Sin embargo, algunas muestras individuales pueden variar en forma significativa y, cuando esto ocurre, los productores deberían usar el CRF porque las variables usadas para calcularlo dan una mejor estimación del desempeño animal ya que toman en cuenta diferencias en la digestibilidad de la fibra.

Este sistema de valoración ha sido adoptado oficialmente por el *American Forage and Grassland Council* como criterio de valoración de la calidad de los forrajes. El cuadro 5 se muestra la clasificación por calidad de estos forrajes. La clasificaciones de calidad de leguminosas, gramíneas y sus mezclas (no incluye el ensilado de maíz) Linn y Martin, 1989.

Cuadro 5. Rangos típicos de composición en henos de leguminosas, mezclas de leguminosas y gramíneas y gramíneas (García et al., 2005).

Estándar de calidad <sup>1</sup>	PC	FDA	FDN	DMS <sup>2</sup> %	CMS <sup>3</sup> % del peso	VRA
Excelente	>19	<31	<40	>65	>3.0	>151
Primera	17-19	31-35	40-46	62-65	3.0-2.6	151-125
Segunda	14-16	36-40	47-53	58-61	2.5-2.3	124-103
Tercera	11-13	41-42	54-60	56-57	2.2-2.0	102-87
Cuarta	8-10	43-45	61-65	53-55	1.9-1.8	86-75
Quinta	<8	>45	>65	<53	<1.8	<75

<sup>1</sup>Digestibilidad de la materia seca (DDM, %) =  $88.9 - 0.779 \text{ ADF (\% de DM)}$ .

<sup>2</sup>Consumo de materia seca (DMI, % del peso corporal) =  $120/\text{NDF (\% de DM)}$ .

<sup>3</sup>Valor relativo del alimento (RFV) =  $(\text{DDM} \times \text{DMI})/1.29$

## 2.6 Calidad Relativa del Forraje (CRF) vs Valor Relativo del Alimento (VRA)

Alguna vez ha tenido dos lotes de alfalfa con el mismo valor relativo del alimento (VRA), un lote de vacas altas productoras ordeñadas, se lo come como caramelo y el otro lote, la producción de leche baja y a las vacas parecen que no les gusta el forraje. Se podría tener la respuesta a este problema. Durante años, el índice del valor relativo del alimento (VRA), ha sido ampliamente utilizado para determinar la calidad de un forraje y por lo tanto añadir cierta objetividad para determinar un valor de mercado de un forraje. Fue desarrollado principalmente para forraje de alfalfa. El método más preciso para determinar la calidad del forraje es alimentar con ese forraje directamente a un grupo de animales y ver cómo se desempeñan. Desafortunadamente, esto generalmente no es factible, sólo se puede estimar el rendimiento potencial de un animal. Mientras que el VRA ha sido muy valioso para la comercialización de heno de alfalfa, no ha sido tan útil o

confiable como sería deseable en la predicción de rendimiento de ganado y construcción de raciones, especialmente para gramíneas (DHIA, 2014).

El VRA se basa en el concepto del consumo potencial de materia seca digestible de un forraje por animal. Se calcula a partir de las concentraciones (ADF y NDF) fibra detergente ácido y fibra detergente neutro en el forraje. Una concentración de FDA se utiliza para estimar el contenido de materia seca digestible (DMS), y la concentración de FDN se utiliza para estimar el consumo potencial de materia seca (CMS) del forraje. Medir la digestibilidad real de la fibra (FDN) componente de los forrajes que proporciona una estimación mucho mejor de cómo actuará el forraje en las raciones de animales que como la FDA lo hace. La digestibilidad de la fibra (NDFD) también afecta al consumo potencial. Un nuevo índice llamado calidad relativa del forraje (CRF) ha sido desarrollado por investigadores de la Universidad de Wisconsin como un reemplazo para VRA al proporcionar un mejor índice de cómo va a funcionar un forraje en una dieta animal (DHIA, 2014).

Los índices de las dos expresiones son iguales excepto que el Total nutrientes digestibles (TDN) reemplazaría a DMS en el cálculo del índice del CRF. El TDN se estima desde un cálculo algo complicado que incluye una estimación *in vitro* (en tubo de ensayo) de DFDN y la proteína cruda, ácidos grasos, FDN y concentraciones de carbohidratos no fibrosos (CNF). El CMS se basaría en la FDN, con un ajuste basado en DFDN. Se han realizado varios estudios sobre factores que afectan la fibra digestible. Se ha encontrado que la fibra es más digestible cuando se cultivan bajo condiciones más frescas, por lo tanto en el primer corte tienden a tener más fibra altamente digestible que cortes más adelante que crecen

bajo temperaturas más altas. Un mismo cultivo en los Estados norteros y Canadá tienden a tener más fibra digestible que cuando se cultiva en los Estados al sur. La alfalfa cultivada en valles más altos en la montaña de Occidente tendrá más fibra digestible que si se cultiva en los valles inferiores. También se ha encontrado que la fibra de las hojas es inferior en contenido y mayor digestibilidad; por lo tanto las pérdidas en la cosecha resultará en una mayor pérdida de CRF que VRF. También se ha determinado que CRF es menos afectado por daños del calor que el VRF no tiene. (DHIA, 2014).

Cuadro 6. Valores de la calidad del forraje de algunos forrajes en diferentes estados de crecimiento, incluyendo alfalfa y gramíneas (Dunham, 1998).

Tipo de forraje	PC,%	FDA,%	FDN,%	VRF
Alfalfa-prebotón	22	28	38	164
Alfalfa-botón	20	30	40	152
Alfalfa-inicio de floración	18	33	43	138
Alfalfa-100% flor	16	41	53	100
Alfalfa-en semilla	14	43	56	92
Alfalfa + zacate	13	39	54	101
Zacate Bromo:				
Vegetativo tardío	10	35	63	91
Zacate Bromo,-Floración tardía	7	49	81	58
Ensilaje de maíz (buen grano)	10	28	48	133
Ensilaje de maíz (poco grano)	8	30	83	115
Ensilaje de sorgo	8	32	52	114

Fuente: Dunham (1998).

El sistema de categorización de la calidad de forraje del sureste de los Estados Unidos, es relativamente independiente de la especie o el tipo de forraje. Este VRF es independiente de los distintos tipos y especies de forraje con los que

puede ser comparado y se considera un sistema de categorización de la calidad del forraje como un sistema justo y sólido. Este sistema de categorización permite también una gama de precios apropiados dentro de una categoría. Como el VRF no es utilizado directamente en el desarrollo de raciones, en la valoración final del forraje mucho puede ser decidido por el costo o valor del forraje en la ración (Hancock, 2011).

En la figura 2, se puede observar la correlación entre la calidad relativa del alimento (CRA) con los valores de valor relativo del forraje (VRF) esto según los investigadores (Jeranyama y García, 2004).

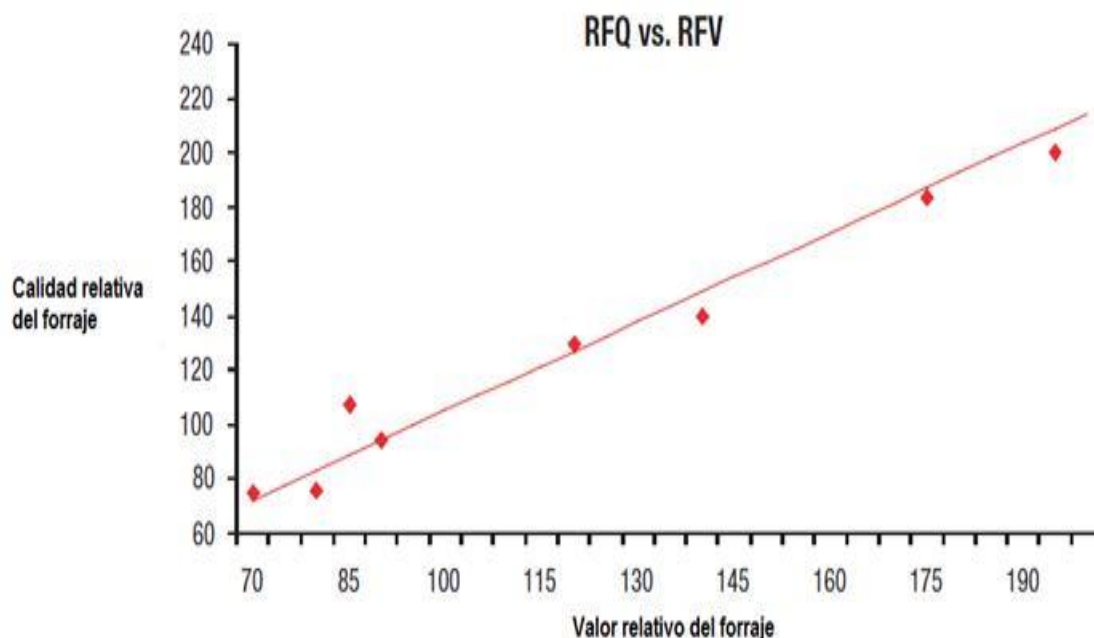


Figura 2. Correlación entre la calidad relativa del forraje con los valores de valor relativo del forraje (Jeranyama and García, 2004).

## 2.7 Métodos de análisis de forrajes

El infrarrojo cercano contiene la información de los mayores enlaces químicos X-H que constituyen los productos agrícolas. El espectro por definición es

dependiente de todos los grupos funcionales que absorben radiación infrarroja, los cuales están correlacionados con los componentes químicos, físicos y sensoriales de una sustancia (Shenk et al, 1992).

En contraste, los actuales procedimientos de laboratorio que son utilizados para calibrar los instrumentos, no son químicamente bien definidos y a veces son difíciles de relacionar con la información espectroscópica. Los métodos químicos tradicionales en el área de la agricultura fueron desarrollados en general para un solo propósito, para estimar la composición química y valor nutritivo de los alimentos para los animales (Cozzolino et al., 2000).

Estos procedimientos pueden ser categorizados en tres grandes grupos:

1) el análisis proximal, desarrollado hace más de 100 años, el cual estima el valor nutritivo en general de los alimentos (proteína cruda, fibra cruda, extracto no nitrogenado, extracto etéreo y cenizas),

2) el método de Van Soest de uso de detergentes, desarrollado en la década de los 60 y 70, para estimar las fracciones de paredes celulares y carbohidratos,

3) específicos métodos analíticos de signados para estimar o medir una entidad química específica (aminoácidos, vitaminas, etc.). (Cozzolino et al., 2000).

**2.7.1 Método Químico.** Los análisis más comunes se realizan haciendo reacciones químicas y/o extrayendo compuestos químicos en el laboratorio. Determinar cantidad y presencia en el alimento. Cuando muestras bien representativas son analizadas químicamente se puede predecir con bastante certeza la performance del animal.

**2.7.2 Reflectancia por espectroscopia del infrarrojo cercano (Near Infrared refractance spectroscopy) por sus siglas en inglés (NIRS)**



El NIRS es rápido, confiable y de bajo costo. Es un método computarizado que analiza los nutrientes del alimento. Usa una luz infrarroja en lugar de químicos, para identificar compuestos nutritivos y medir que cantidad hay en la muestra. Alimentos pueden analizarse en menos de 15 minutos usando NIR, comparado con horas o días que toma hacer algunos análisis utilizando métodos químicos. Esto rápidamente a cambiado, debido al bajo costo, y a con-vertido a NIR en un favorito en nuestro días, como método de análisis. Como este método es nuevo, algunos alimentos y algunos nutrientes no pueden ser identificados. *In vivo o in vitro*. La digestibilidad es medida utilizando métodos in vivo and in vitro, Los métodos in vivo solo se utilizan en investigaciones, son muy caros, requieren lote de animales, lleva varias semanas. Los métodos in vitro también son caros y toman varios días, lo que se hace es simular en laboratorio el sistema digestivo del animal. (Ronnenkamp y Hay, 2005)

Los pasos múltiples y productos químicos implicados en el paso a paso, procedimientos de extracción "química húmeda" son peligrosos para los trabajadores de laboratorio, lentos y costosos. Por lo tanto, los investigadores y nutricionistas de forrajes han desarrollado técnicas de análisis alternativos para mitigar estos problemas. En la década de 1980, los científicos comenzaron a utilizar el método de reflectancia en el infrarrojo cercano de las muestras de forraje conocido y encontraron buenas relaciones entre los datos de reflectancia y las mediciones de calidad de forraje. En el método de reflectancia en el infrarrojo cercano las bandas de 1100 a 2500 nm longitud de onda refleja de una manera conocida y repetible cuando entra en contacto con compuestos que contienen

hidrógeno de carbono, nitrógeno y oxígeno. En consecuencia, el complejo carbón - y nitrógeno-contener compuestos (por ejemplo, FDN, FDA, lignina, CP, etc.) puede estimarse con exactitud y precisión mediante la medición de infrarrojo cercano de los espectros de reflectancia. Usando estas relaciones, los investigadores e ingenieros desarrollaron equipos de (NIRS) de la reflectancia por espectroscopia en el infrarrojo cercano y además un software que proporcionan una segura, eficiente, y rentable alternativa para mejorar los métodos de extracción química.

Además, la tecnología NIRS no causa la destrucción de una muestra. Esto permite a los investigadores analizar exactamente la misma muestra en varios laboratorios, los investigadores pueden desarrollar, depurar y verificar las ecuaciones de calibración para nuevas especies forrajeras o nuevas medidas del valor nutritivo. Por ejemplo, el sistema NIRS permite a los técnicos de laboratorio identificar a valores extremos (las muestras que no encajan bien en la calibración), que pueden ser analizados con química húmeda e incluidos en la ecuación de calibración para hacer más sólida la ecuación. La naturaleza no destructiva del NIRS permite también laboratorios con muestras estándar para llevar a cabo procedimientos que aseguren la calidad, que permita asegurar la precisión y exactitud en sus resultados. La National Forage Testing Association (NFTA) coordina un proceso de certificación que lleva a cabo pruebas al azar en los laboratorios de sus miembros (Certificados). Ellos envían una muestra conocida para los laboratorios participantes y el grado de los resultados de laboratorio. De esta manera, la llegada de NIRS ha mejorado sustancialmente la calidad y consistencia de los resultados de análisis de forraje.

Ante la necesidad de evaluar la mayor cantidad de las variables posibles sobre los efectos e impactos de la aplicación de fertilizantes alternativos para los sistemas intensivos de producción de forrajes en la región y en específico sobre los efectos de la fertilización orgánica líquida (AS) en alfalfa, es por lo que la presente investigación tiene como objetivo principal el evaluar el efecto de AS sobre la variable final litros de leche por tonelada de materia seca de forraje y litros de leche por hectárea de alfalfa bajo las condiciones y manejo del productor comercial en la Comarca Lagunera.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización

La Comarca Lagunera, región ubicada en el centro-norte de México, está conformada por parte de los Estados de Coahuila y Durango y debe su nombre a los cuerpos de agua que se formaban alimentados por dos ríos: el Nazas y el Aguanaval, hasta antes de la construcción de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, que en la actualidad regulan su afluente (Figura 3).



Figura 3. Localización de la Comarca Lagunera, conformada por los estados de Coahuila y Durango (Tomado de Comarcalagunera.com)

#### 3.2 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en un lote de terreno en la propiedad de producción del Grupo Tricio Haro, esta propiedad se conoce como " Tablas de Frías", aproximadamente a 2.5 km de la carretera entre el Ejido Granada rumbo al Ejido Solís, teniendo un lote de terreno de 52 hectáreas el cual cuenta con un sistema de aspersión llamado válvulas alfareras, la cual accede a la irrigación en cuatro tablas,

saliendo de la válvula de escape del agua de 12 pulgadas de diámetro, garantizando la aspersión en un terreno de una hectárea aproximadamente.

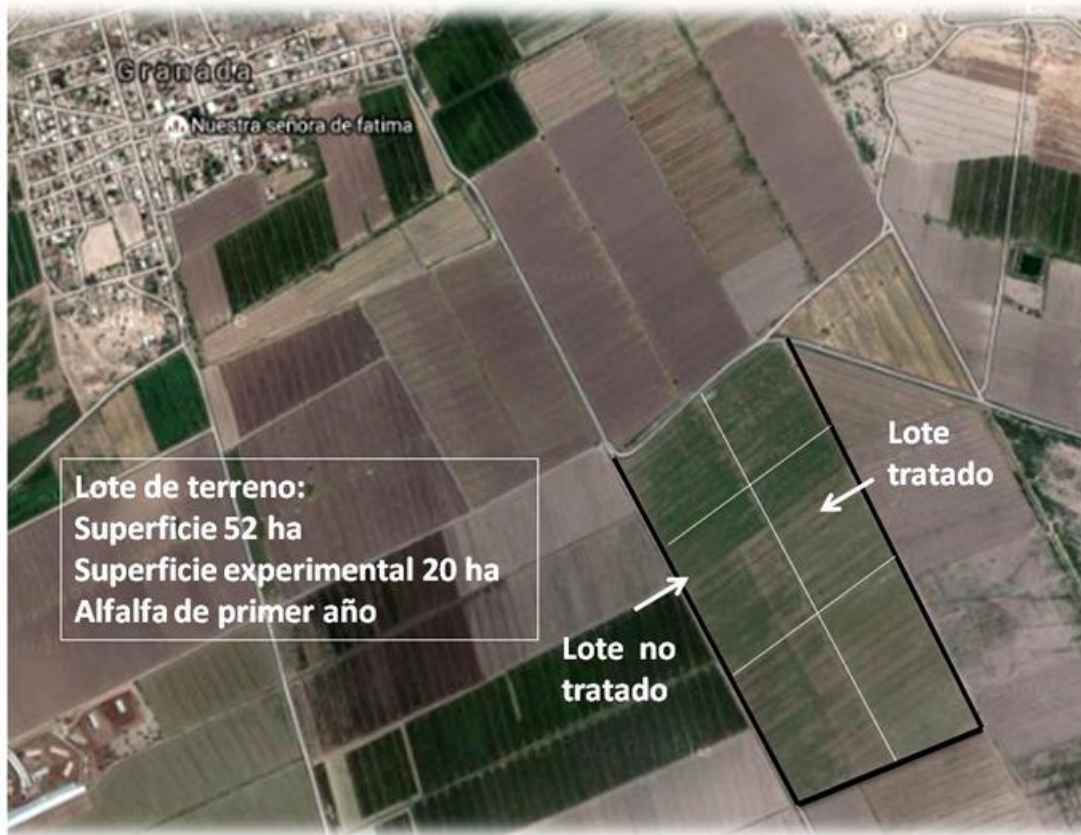


Figura 4. Localización del lote de terreno de 52 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, utilizado para la evaluación de Acadian Suelo en alfalfas de primer año en el año 2015.

### 3.3 Materiales

El artículo utilizado en el presente experimento fue constituido a raíz de algas marinas como fertilizante, un compuesto fortificante para plantíos forrajeros en común el Acadian suelo es una mezcla especialmente proyectada para usos foliares con un pH de 7.8 – 8.2 con certificación OMRI y BSC. Cabe mencionar que para la

evaluación se necesitó un lote de un plantío de alfalfa decretada de primer año, cultivada en diciembre de 2014, con un rango de siembra de 30 – 35 kg/ ha, de semilla peletizada de segundo corte

### **3.4 Métodos**

Se hizo un arado en una porción de la propiedad de aproximadamente 52 ha en cuya superficie jamás se cosecho anteriormente lo que da a entender que era un eriazo. Con la intención de ablandar el suelo para la cosecha que se realizó en el mes de diciembre del año 2014.

#### **3.4.1 Empleo del artículo en campo**

El empleo del artículo Acadian suelo se distribuyó a fracción de 1.0 Lt/ha para el empleo del artículo en el terreno, se repartió en tablas de medidas iguales a lo que se refiere en largo y ancho (30m x 300m) creando una suma de 900m el área de la tabla. Al instante de cada aspersion se hizo la preparación en predio al disolver 700 ml de Acadian Suelo en un balde de 20 lts (figuras 5 y 6) para poner a cada tabla.

Racionando el artículo de forma pareja cada 15 minutos en el escape del agua de la llave de la estructura de aspersion, de la forma en que se evidencia en las figuras 7 y 8, es significativo destacar que los artículos nutritivos de Acadian Suelo son compaginables con varios insecticidas, fungicidas y fertilizantes, son principalmente indicados para su práctica con bioprotectores o de igual forma entomopatogenos.



Figura 5. Dilución del producto Acadian en el suelo antes de la aplicación al momento del riego.



Figura 6. Preparación del producto en una cubeta de 20 lts para aplicación en cada tabla.

Figura 8. Aplicación del producto en la



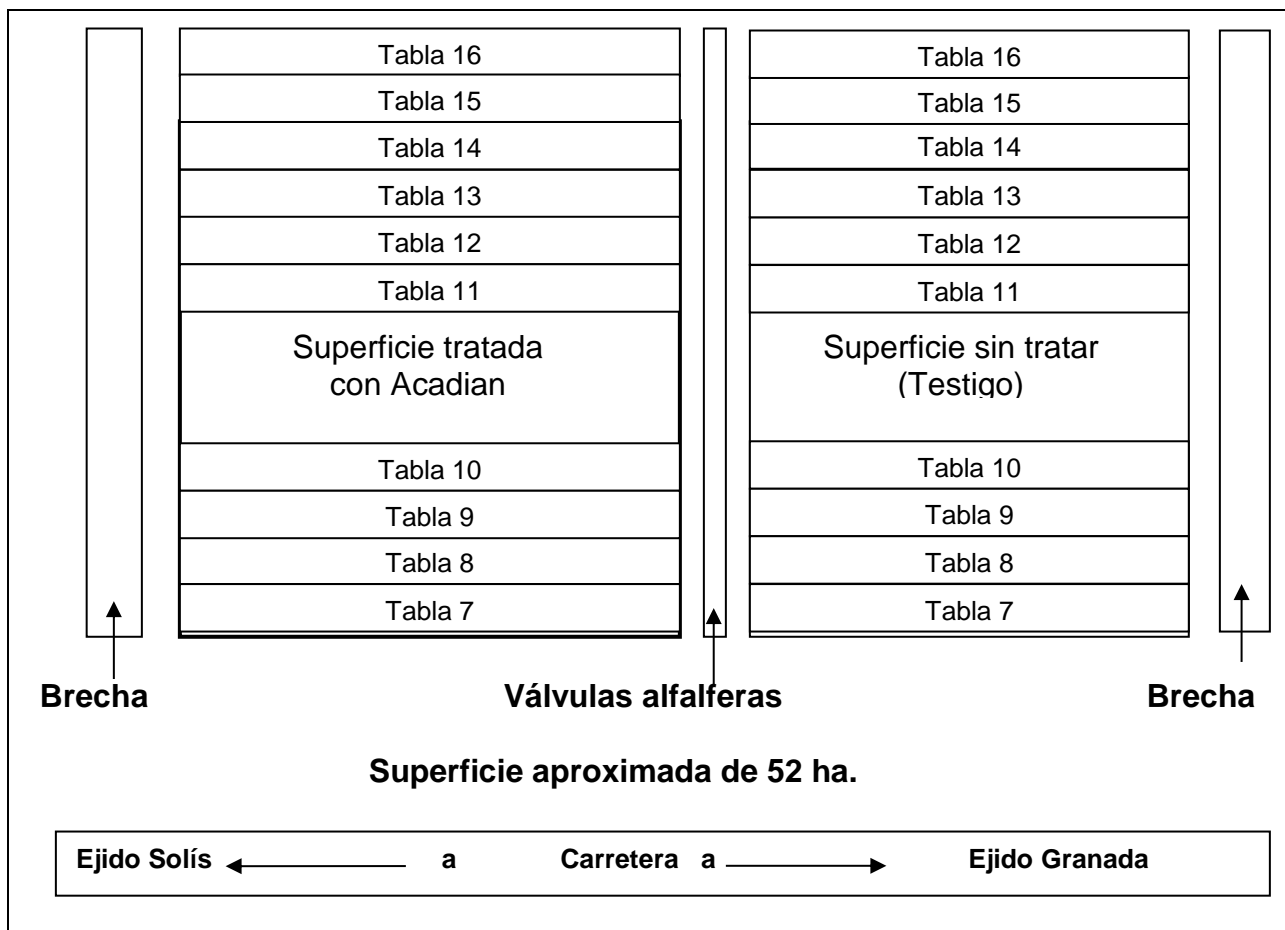
Figura 7. Aplicación del producto en la salida de la válvula de agua para mejor distribución del producto.



Figura 8. Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto.

El lote de terreno se utilizó desde la tabla 7 a la 16 en la mitad de las 52 hectáreas con la finalidad de impedir los efectos de orilla, como en la porción tratada como en la porción testigo.

### 3.4.2 Croquis del terreno



### 3.4.3 Calendario de aspersión y cortes

En el calendario de aspersiones y cortes que se usó en esta investigación se ejemplifica en el cuadro 7, apoyándose ambos al plan de aspersión y de cortes hechos por el productor participante, se percibe que encontraron periodos en que las aspersiones y cortes, se extendieron más de lo que se tenía contemplado en



semejanza con las agendas de manejo de alta producción de alfalfa de acuerdo a lo propuesto en el paquete tecnológico.

Cuadro 7. Calendario de cortes y riegos de la alfalfa de primer año utilizado en la aplicación de Acadian Suelo vs fertilización del productor en la Comarca Lagunera.

Fechas (Año 2015)	Cortes y riegos de alfalfa	No de riegos y cortes
26 de junio	Corte sin evaluación	
06 de julio	Riego + Acadian suelo	1
26 de julio	Corte para evaluación	1
06 de agosto	Lluvia + Acadian suelo	2
19 de agosto	Corte para evaluación	2
26 de agosto	Riego + Acadian suelo	3
11 de septiembre	Corte para evaluación	3
25 y 26 septiembre	Riego + Acadian Suelo	4
12 de octubre	Corte para evaluación	4
12 de octubre	Corte para evaluación	4
23 y 24 octubre	Riego + Acadian	5
19 de noviembre	Corte para evaluación	5
5 y 6 de diciembre	Riego + Acadian	6
22 de diciembre	Corte para evaluación	6

### 3.5 Tratamientos

Los tratamientos que se usaron fueron dos.

T1= Empleo de Acadian Suelo a fracción de una cantidad de 1.0 lts/ha.

T2= Lote testigo, empleando la fertilización del productor.

### 3.5.1 Variables a evaluar

1. Obtención de la calidad relativa del alimento (CRA) (n=6).
- 2.- Obtención del valor relativo del forraje del cultivo de alfalfa
3. Obtención de los litros de leche por ton/MS (n=6).
4. Rendimiento de kilogramos de leche por hectárea (n=6)
5. Obtención de la energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg/MS)

**3.5.2 Rendimiento del cultivo (RC).** El rendimiento de la materia seca (MS) por hectárea ( $\text{Kg ha}^{-1}$ ) se definió desde la producción de forraje en verde (MV) y el porcentaje de materia seca (MS) previo al corte, aproximadamente cada 28-34 días, con una humedad de 65-70 % y una materia seca de 25 al 30% la que se adquirió de muestras características de cada agrupación y repetición, secadas a 100 °C en una estufa de laboratorio. Para valorar el rendimiento de la alfalfa se secciono a una altura de 5 cm sobre la elevación del suelo 10 muestras por ingrediente de alfalfa de una extensión de 0.3216 m<sup>2</sup> que fue de forma rectangular (figuras 9 y 10) el forraje que se corto y se pesó en verde.



Figura 9. Método del cuadrante utilizado para evaluar el rendimiento de la alfalfa.



Figura 10. Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia verde, por unidad de superficie.

Para adquirir la materia seca, se pusieron los ejemplares en una estufa de 72°C por 24 hr para después regresar a pesar en la báscula digital y adquirir el rendimiento de la materia seca, se tomo una muestra de 300 g de forraje en materia verde a la que se le definió su contenido de materia seca en estufa de aire forzado a 75°C (Fig. 11 y 12) con el testimonio del peso seco se definió la producción del forraje a raíz de la materia seca por hectárea ( $MS - ha^1$ ) en los ingredientes de alfalfa se valoraron por corte, los ejemplares para calcular el rendimiento del pienso se hicieron de las 6 a las 11 de la mañana siendo un día antes de que el productor hiciera el corte mercantil de la porción de alfalfa.

Este forraje cosechado fue el obtenido por (Bueno, 2016 y Lara, 2016 datos sin publicar) del cual se aprovecho para obtener dentro del análisis del alimento un

estudio más completo y con el fin de conocer mayores respuestas del forraje de alfalfa obtenido con la fertilización orgánica líquida..



Figura 11. Colocación de las muestras en la estufa a 72 °C durante 24 horas para el secado de las muestras.

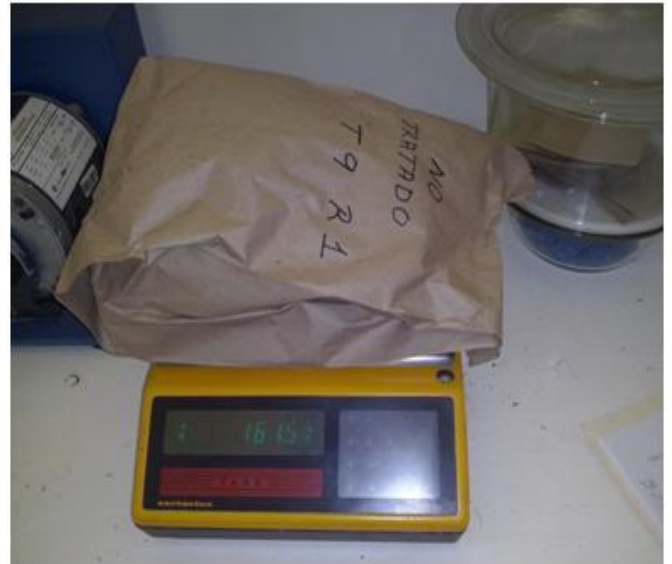


Figura 12. Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia seca, para posteriormente convertir a kg por hectárea.

### 3.6 Diseño experimental

Se usó un diseño experimental, agrupaciones aleatoriamente con dos tratamientos y 10 repeticiones. El prototipo que se usó se muestra a continuación.

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

Dónde:

$T_{ijk}$ : Variables aleatorias a evaluar (rebrote, altura, rendimiento en Materia Verde y Materia Seca, etc)

$\mu$ : Promedio poblacional

$T_i$ : Efecto de los tratamientos (Acadian suelo vs testigo)

*Bj*: Efecto de los bloques

*Eijk*: Error experimental aleatorio.

**3.7 Calidad nutritiva (CN).** El análisis de la calidad nutritiva del forraje se llevo a cabo en un laboratorio certificado para el análisis de forrajes (AGROLAB. México), por el análisis de forrajes conocido como NIRS, localizado en la Ciudad de Gómez Palacio, Dgo. La calidad nutritiva del forraje se determinó en la muestras molidas en un molino Willey con una malla de 1.0 mm de diámetro. Los análisis que se realizaron para obtener la calidad nutritiva fueron; 1. Obtención de la calidad relativa del alimento (CRA), 2.- Obtención del valor relativo del forraje del cultivo de alfalfa, 3. Obtención de los litros de leche por ton/MS, 4. Rendimiento de kilogramos de leche por hectárea y 5. Obtención de la energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg/MS)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

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<sub>gp</sub>, Mcal/kg/MS), y la energía es una medida altamente significativa del valor nutritivo de los alimentos, y se clasifican en excelentes mayores a 0.75 Mcal kg<sup>-1</sup>, buenos de 0.65-0.70 Mcal kg<sup>-1</sup>, regulares de 0.60-0.65 Mcal kg<sup>-1</sup> y malos o pobres con valores menores de 0.60 Mcal kg<sup>-1</sup> (Terrazas et al., 2012).

Los resultados obtenidos para este nutriente (EN<sub>gp</sub>) 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  $0.65 \pm 0.083$  de EN<sub>gp</sub>, es decir, de muy ligera calidad menor, mientras que en el lote testigo obtuvo el  $0.69 \pm 0.077$  EN<sub>gp</sub> es decir, se considera de una calidad similar tal y como se muestra en el figura 13.

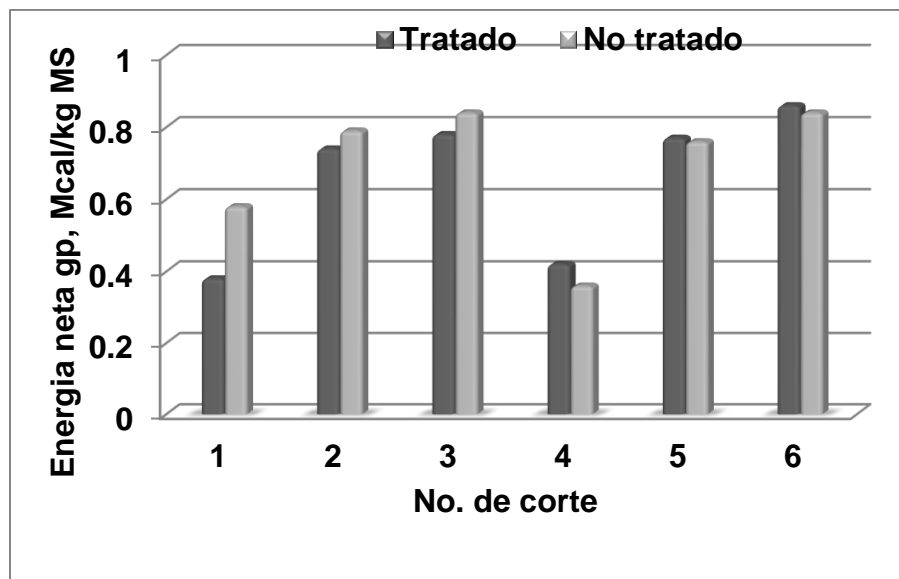


Figura 13. Obtención de la energía neta para ganancia de peso (Mcal/kg/MS) del cultivo de alfalfa tratado con Acadian suelo vs fertilización comercial en alfalfa de primer año en el ciclo verano-otoño de 2015.

Los valores más bajos obtenidos se obtuvieron en el corte uno y cuatro, este último debido a que se retrasó el riego, mientras que los cortes 2, 3 y 5 y 6, 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.

## 4.2 Valor Relativo del Forraje (VRF)

En lo que se refiere al VRF, los resultados obtenidos se reportan como un número derivado del cálculo y por lo tanto no tiene unidades, los cuales se muestran en la figura 14, observándose que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos, obteniendo un promedio de  $199.16 \pm 17.79$  en el lote tratado con Acadian suelo, mientras que el lote testigo reporto  $203.16 \pm 16.59$ , es decir, que de acuerdo a los estándares para la clasificación de este término según Linn y Martín, (1989), los resultados obtenidos correspondientes para ambas alfalfas se clasifican en alfalfas de calidad premium o suprema, capaces de alimentar y llenar requerimientos de vacas altas productoras. Cabe mencionar, que el lote tratado siempre se caracterizó por presentar un estado fenológico más avanzado de madurez en relación con el lote no tratado, razón por la cual, en estas determinaciones resulto más favorable, ya que el lote testigo, a través de la prueba siempre presentó un estado de crecimiento menos avanzado de madurez. De acuerdo con Hancock et al., (2014) la madurez del forraje es el factor más importante que afectan la calidad del forraje.



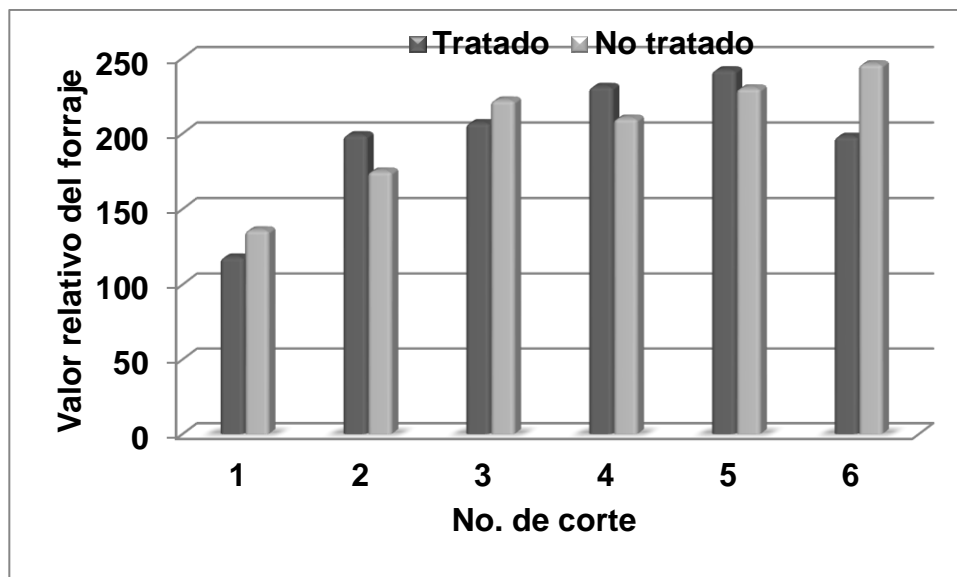


Figura 14. Obtención del valor relativo del forraje del cultivo de alfalfa tratado con Acadian suelo vs testigo en alfalfa de primer año en el ciclo verano-otoño de 2015.

Al realizar el análisis de los cortes para VRF, se puede observar que en el corte uno, fue donde se reportaron los más bajos valores, que correspondería a una clasificación de segunda con capacidad de alimentar a vacas medianamente productoras ya que el rango sería de entre 100-120 de VRF de acuerdo a Linn y Martín, 1989) y es que el VRF se relaciona directamente con el estado de floración de la alfalfa. Dicho índice es objetivo y preciso para determinar la cantidad de forraje. El VFR de 100 % equivale a una alfalfa en plena floración. Los forrajes con VFR por encima de 100 son de mejor calidad que la alfalfa en plena floración con valores de (53% FDN y 41% FAD) (Linn y Martín, 1989).

Undersander (2003), corrobora lo mencionado por Linn y Martín, (1989), en el cual valores de VRF entre 140-160 pueden alimentar vacas altas productoras durante los primeros tres meses de lactación.

Terrazas et al., (2012), en un estudio en el 2007 de 11 variedades de alfalfa reportaron un VRF de la variedad más alta con 1172.1 en la variedad el Camino 888, seguida de la variedad Belleza verde con un VRF de 57.8, la variedad más baja fue la Camino 1010 con 137.9 en alfalfa de primer año, sin embargo, en el segundo año las variedades P58N57 y Excelente Plus reportaron 185 de VRF y la más baja 156 la variedad Camino 999ML en el año 2008 y en el 2009 obtuvo valores entre 186 a 211 siendo la variedad más alta la P59N49, y la más baja la Belleza verde.

#### **4.3 Calidad Relativa del Alimento (CRA)**

Los resultados obtenidos para la CRA se muestran en la figura 15 a través de los seis cortes de alfalfa, para los cuales los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas por lo que las medias de los tratamientos se comportaron de manera similar a una probabilidad de ( $P \leq 0.05$ ). El promedio del lote tratado reportó un CRA de  $185.66 \pm 17.54$  y el lote testigo  $196.66 \pm 16.55$ , encontrándose el valor más elevado en el corte 6 en el lote tratado con 230 y el valor más bajo se encontró en el corte 1, en el lote testigo el valor más alto se reportó en el corte 6 con 237 y el más bajo en el corte 1.

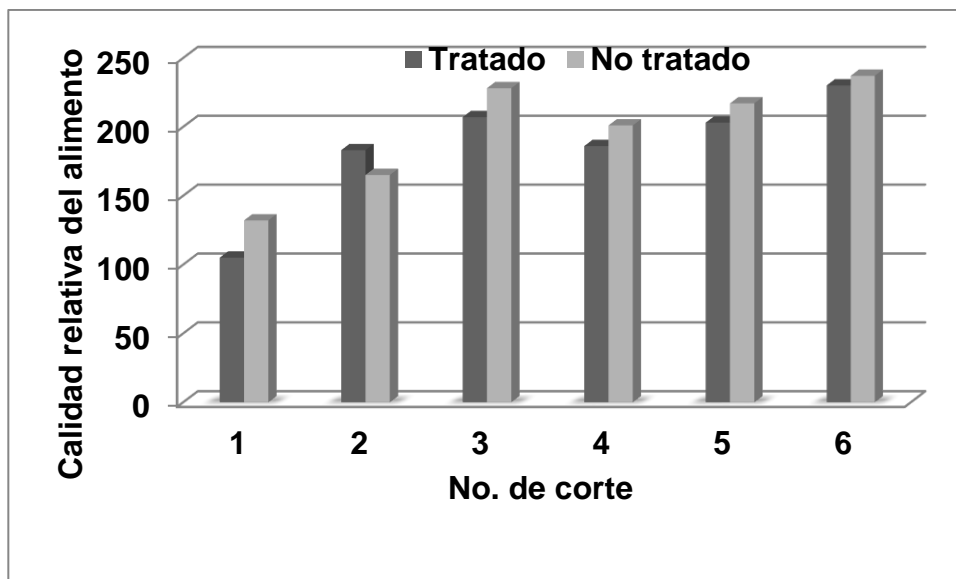


Figura 15. Obtención de la calidad relativa del alimento (CRA) del cultivo de alfalfa tratado con Acadian suelo vs testigo en alfalfa de primer año en el ciclo verano-otoño de 2015.

De acuerdo con García et al., (2005) alfalfas con CRA mayores a un valor de 151 se consideran alfalfas con una calidad de forraje superior y en los dos tratamientos se obtuvieron valores mayores a 185 por lo que se clasifican como una calidad de alfalfa suprema. Por otro lado, Hancock (2012), reporta que los rangos de CRA en alfalfa para alimentar a vacas altas productoras pueden variar entre los 151-200, investigadores como Ronnenkamp y Hay (2005), relacionan la estimación de la CRA con la calidad del forraje de alfalfa producido con el tipo de animal a alimentar siendo estas vacas de primera o “Prime dairy” al obtener valores mayores de 151 de CRA.

#### 4.4 Litros de leche por tonelada de materia seca (Lts/leche/Ton/MS)

Los resultados obtenidos para la transformación del forraje (t/MS) de alfalfa a litros de leche por Ton/MS obtenidos por medio del Programa Milk 2006, de la Universidad de Wisconsin, muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P < 0.05$ ) por lo que las medias de los tratamientos se comportaron estadísticamente de manera similar (Figura 16). El promedio del lote tratado ( $n=6$ ) reportó  $1639.83 \pm 55.22$  y el lote testigo  $1633.67 \pm 48.75$  lts de leche/ton/MS, encontrándose el valor más elevado en el corte 6 en el lote tratado con 1789 y el valor más bajo se encontró en el corte 1 con 1403, en el lote testigo el valor más alto se reportó en el corte 6 con 1748 y el más bajo en el corte 1 con 1403.

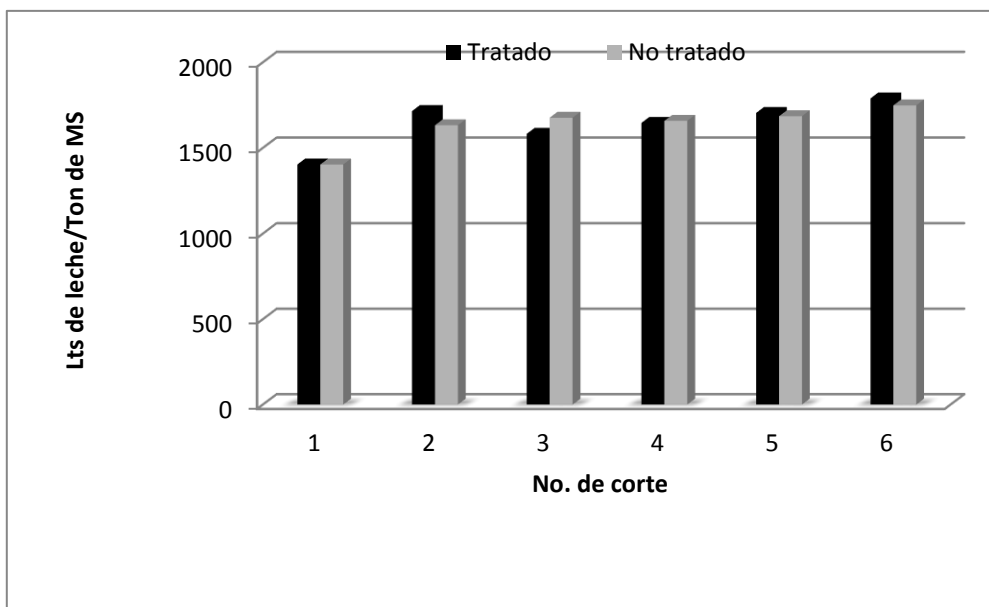


Figura 16. Obtención de los litros de leche por ton/MS del cultivo de alfalfa tratado con Acadian suelo vs testigo en alfalfa de primer año en el ciclo verano-otoño en la Comarca Lagunera en el año 2015.

Puente et al., (2002) en estudios con variedades de alfalfas en la Comarca Lagunera, reportaron una producción de 1,293.9 kg de leche/Ton MS con la variedad RO4214, valores inferiores a los obtenidos en esta investigación, por otro lado Terrazas et al., (2012) en evaluación de 11 variedades en Chihuahua reportaron producciones de litros de leche/Ton/MS en promedio de tres años (2007-2009) de 1194.80 en la variedad el Camino 1010 y la más sobresaliente la Excelente 9HQML 1,254.77 litros de leche/Ton MS, producciones menores a las obtenidas en esta investigación. Hutjens (2005), reporta una producción de 1,298.63 kg de leche por tonelada de MS de alfalfa en Illinois USA.

#### **4.5 Litros de leche/ha (Lt/ha)**

Esta evaluación es la que más le interesa al productor y que al final de cuentas es la que permite definir si se quiere cosechar litros de agua o litros de leche y es la decisión que tiene que tomar el productor en seleccionar el tipo de fertilizante y la fecha de cosecha.

Los resultados obtenidos para los litros por hectárea se muestran en la figura 17 en 6 cortes (n=6) los cuales muestran que si existieron diferencias altamente significativas (\*\*) a ( $P < 0.003$ ) ya que la cantidad obtenida para el lote de alfalfa tratado fue de  $26,720 \pm 966.87$  kg/leche/ha, es decir, que produce una mayor cantidad, mientras que en la alfalfa no tratada se obtuvo el  $22,731 \pm 963.33$  kg/leche/ha, es decir, se considera de una alfalfa de ligera menor cantidad. Terrazas et al., (2012) en evaluación de 11 variedades en Chihuahua reportaron producciones de litros de leche/ha promedio de 3 años (2007-2009) de hasta 38,898 en la variedad Excelente 9HQML y la que reportó la menor producción fue la Camino 1010 con 32,893 kg/leche/ha esto en 9 cortes.

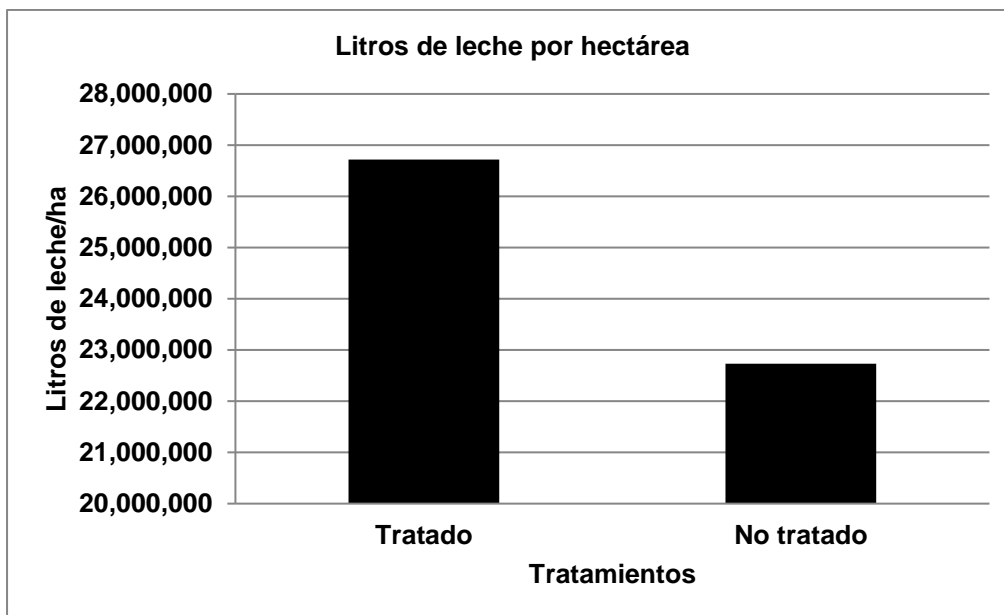


Figura 17. Rendimiento de kilogramos de leche por hectárea en 6 cortes del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- otoño en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

Estudios realizados por Puente et al., (2002) en la Comarca Lagunera reportaron que las variedades con una mayor potencialidad de producción de leche por ha fueron la SW 14 seguida por la Moapa 69 con valores de 45,251.2 y 45,176.4 kilos/leche/ha, estas dos variedades presentan una importante capacidad de producción de leche tanto en ton como por superficie. En la Comarca Lagunera la producción de leche por hectárea varía entre 14,500 y 34,000 lt/ha y depende de muchos factores, siendo tres los más importantes; el % de MS, el rendimiento de MS/ha y el tipo de fertilizante utilizado (Nuñez et al., 2003). Hutjens (2005) reporta una producción de 16,043.86 kg de leche por hectárea en Illinois USA. Colombari et al., (2001) obtuvieron 19,000 kg/leche/ha en un estudio con ensilaje de alfalfa con

alta y baja materia seca, promedio muy similar reportado por Nuñez (2003) para las alfalfas establecidas bajo las condiciones de la Comarca Lagunera.

## **5. CONCLUSION**

Se concluye que la aplicación del producto orgánico líquido (AS) en alfalfa, produjo diferencias entre los tratamientos para la producción de litros de leche por hectárea por lo que se considera que existió un efecto sobre la cantidad de leche producida en la alfalfa.

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.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bueno** F. A. F. 2016. Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre calidad de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional. MVZ. UAAAN UL Junio. p 25-53
- Calsamiglia** Sergio .1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. Nuevas Bases Para La Utilización De La Fibra En Dietas De Rumiantes. XIII Curso De Especialización FEDNA. Madrid, 6 y 7 de Noviembre de 1997 p
- Colombari** G., Borreani G., and Crovetto G. M. 2001. Effect of ensiling alfalfa at low and high dry matter on production of milk used to make Grana cheese. J Dairy Sci. 2001 Nov;84(11):2494-2502.
- Cozzolino**, D. A. Fassio and A. Gimenez. 2000. The use of nearinfrared reflectance spectroscopy (NIRS) to predict the composition of whole maize plants. J. Sci. Food Agric. 81:142- 146.
- DHIA** Laboratories. 2014.Relative Forage Quality (RFQ) vs. Relative Feed Value (RFV). Stearns DHIA Laboratories 825 12th Street South, PO Box 227 Sauk Centre, MN
- Dunham**, J. R. 1998. Relative feed value measures forage quality. Forage Facts# 41. KState AES and CES.
- Financiera** Nacional de Desarrollo. 2014. Panorama de la alfalfa. SHCP. Dirección General Adjunta Sectorial y Tecnologías de la Información. En línea: [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorial/panoramas/panorama%20alfalfa%20\(abr%202014\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorial/panoramas/panorama%20alfalfa%20(abr%202014).pdf)

**Forgran**, 2014. Forraje. Porque Aportamos forrajes en la alimentación de los rumiantes. FORGRAN AGROPECUARIA S.L. - Ctra Melgar de Arriba s/n, 47609. Santervás de Campos (Valladolid) En línea: <http://www.forgran.com/es/forraje>

**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

**Hancock D. W.**, U. Saha., R. Lawton S., J. K. Bernard., R. C. Smith and J. M. Johnson. 2014. Understanding and Improving Forage Quality. The University of Georgia. UGA Extension Bulletin 1425. January. p 1-15

**Hancock D. W.**,2012. Using Relative Forage Quality to Categorize Hay. The University of Georgia. Cooperative Extension. UGA Extension Bulletin 1425. CSS-F048. August. p 1-7

**Hancock D. W.**,2011. Using Relative Forage Quality to Categorize Hay. The University of Georgia. Cooperative Extension. UGA Extension Bulletin 1425. CSS-F048. August. p 1-7.

**Hutjens M.** 2005. Can Alfalfa Compete with Corn Silage in Dairy Rations. Expo Forage USDA Seminar. Animal Sciences. University of Illinois Extension. Illini Dairy Net. [https://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/36553000/pdf/s/Hutjens alfalfa%20and%20corn%20silage.pdf](https://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/36553000/pdf/s/Hutjens%20alfalfa%20and%20corn%20silage.pdf) p 12.

**Jeranyama**, Peter and Alvaro D. García. 2004. Understanding Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ). College of Agriculture & Biological Sciences / South Dakota State University / USDA. SDSU Cooperative Extension Service. ExEx8149 August. p 1-3.

- Lara Pérez P.** 2016. Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre rendimiento de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera. Datos sin publicarl. MVZ. UAAAN UL
- Linn, J. Y Martin, N.** 1989. Forage quality tests and interpretations. University of Minnesota Extension Service; Minneapolis: (MN AG-FO-02637) Minn. Dairy Conf., pg 9.
- Moore, J.E. and Daniel J. Undersander.** 2002a. Relative Forage Quality : A proposal for replacement for Relative Feed Value. 2002 Proceedings National Forage Testing Association.
- Moore, J. E. and D. J. Undersander,** 2002b. Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. p. 16-31 In: Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium, January 10-11, University of Florida, Gainesville
- Morozzi, D.G., et al.** 2005. Determinación de algunos indicadores de rendimiento en el cultivo de maíz bajo sistemas de riego. In: Memoria Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. República Argentina. <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/index.htm>
- Núñez Hernández, Gregorio., et al.** 2003. Calidad Nutricional y utilización de forrajes en explotaciones lecheras en la Región Lagunera. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Puente Manríquez J. L., V. H. Soto V., y S. Ramírez L.** 2002. Reporte de Avances de Investigación. Dirección de Investigación. Zonas áridas. El línea: [http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances\\_2002/Zaridas/PuenteAlfalfa.pdf](http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances_2002/Zaridas/PuenteAlfalfa.pdf) p 271-280

- Ronnenkamp** D. y P. C. Hay. 2005. Capítulo 8: Análisis de forrajes e inventario. Sitio Argentino de Producción Animal Pag 1-19 En Línea: [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/29-analisis.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/29-analisis.pdf)
- Shenk**, J. S. 1992. NIRS analysis of natural agricultural products. In (Ed. K. I. Hildrum, T. Isaaksson, T. Naes and A. Tandberg) Near Infrared Spectroscopy. Bridging the Gap between Data Analysis and NIR Applications. London: Ellis Horwood. pp. 235-240.
- SAGARPA** (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2015. Estadísticas de la producción agropecuaria. Comarca Lagunera.
- SIAP**. 2014. Producción Agropecuaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera. Coahuila y Durango. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>
- SIAP-SAGARPA**. 2014. 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**, Jose G., et al. 2012. Rendimiento y valor alimenticio de variedades de alfalfa para la producción de leche en la cuenca de Delicias Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Undersander**, D. 2003. The new Relative Forage Quality Index-concept and use. World's Forage Superbowl Contest, UWEX.
- 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