

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre calidad de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera.**

**POR**

**ALDO FRANCISCO BUENO FLORES**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre calidad de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera.

POR

ALDO FRANCISCO BUENO FLORES

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:

IZ. HÉCTOR MANUEL ESTRADA FLORES

VOCAL:

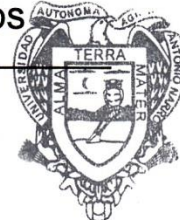
IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

VOCAL SUPLENTE:

MVZ. CUAUHTÉMOC FÉLIX ZORRILLA

MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

Evaluación del efecto de Acadian Suelo sobre calidad de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año en la Comarca Lagunera.

POR

ALDO FRANCISCO BUENO FLORES

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

JUNIO DE 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

ES NECESARIO AGRADECER Y APLAUDIR TODOS LOS ESFUERZOS QUE SIEMPRE HAN HECHO MIS PADRES JUAN FRANCISCO BUENO NUÑEZ Y MARIA MARGARITA FLORES ZAMORA, POR EL INMENSO AMOR, CONFIANZA Y SU APOYO INCONDICIONAL A LO LARGO DE TODA MI VIDA, ESTO ES PARA USTEDES.

A MI HERMANOS Y FAMILIA POR AYUDARNOS EN DAR LO MEJOR DE NOSOTROS POR NUESTROS PADRES Y NUESTRO FUTURO.

A MIS COMPAÑEROS QUE HOY SE CONVIERTEN EN COLEGAS.

A MIS MAESTROS POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS CON NOSOTROS APOYANDONOS Y DANDONOS MOTIVOS PARA AMAR NUESTRA VOCACION.

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 RECEBIDOS DURANTE LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO.

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto sobre calidad nutritiva de la alfalfa (*Medicago sativa*) de la fertilización Acadian Suelo a diferencia de la 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. Utilizando el análisis de alimentos NIRS se obtuvo la Proteína Cruda (% PC), Fibra Detergente Acido (FDA), % de Fibra Detergente Neutro (FDN), Carbohidratos no fibrosos (% CNF) y la Energía Neta para Lactancia (ENL) por Kg/MS. Se empleo un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T1= Lote con aplicación del producto Acadian y T2= Testigo regional) con 10 repeticiones y seis cortes. La alfalfa se estableció en diciembre de 2014 y el primer corte para evaluación se realizó en julio.

La calidad nutritiva de la alfalfa, no varió por el efecto de la aplicación del fertilizante orgánico líquido. El forraje producido se considera excelente por el % PC que reportó (25.15 vs 24.93), en el lote tratado (LT) y no tratado (NT) además de que la energía neta para lactancia en Mcal/Kg/MS fue de 1.43 vs 1.47 entre (LT) y (NT) no existiendo diferencias a ( $P < 0.05$ ), el % de TND se obtuvieron 60.5 vs 62.3 % en el (LT) y el (NT), respecto a la FDN no existieron diferencias (NS) al ( $P < 0.05$ ), reportando 32.8 vs 32.4 en el (LT) y el (NT), mientras que para la FDA si existieron diferencias (\*) obteniendo 27.73 vs 25.91 en el (LT) y el (NT), existiendo gran potencial para la producción de leche considerándose como alfalfa de calidad suprema.

**Palabras clave;** Fertilización orgánica, alfalfa, rendimiento y energía neta.

## ÍNDICE

	Pág.
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 y superficies de alfalfa en México	4
2.2 Importancia y superficies de alfalfa en la Comarca Lagunera	5
2.3 Fertilización orgánica líquida en cultivos	10
2.4 Calidad nutritiva de la alfalfa	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Ubicación del área de estudio	19
3.2 Materiales	20
3.3 Metodología	21
3.3.1 Aplicación del producto en campo	21
3.3.2 Calendarios de riegos y cortes	22
3.4. Diseño experiemetal	23
3.4.1 Tratamientos	24
3.4.2 Variables a evaluar	25
3.4.3 Calidad nutritiva	25
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1 Calidad nutritiva	26
4.1.1 Proteína cruda (PC, %)	27
4.1.2 Fibra detergente ácido (FDA, %)	29
4.1.3 Fibra detergente neutro (FDN, %)	31
4.1.4 Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %)	33
4.1.5 Total de Nutrientes Digestibles (TND, %)	34
4.1.6 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg)	35
5. CONCLUSIÓN	38
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

## 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.	4
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	6
Cuadro 3	Superficies del cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera de Durango, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2014 según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.	6
Cuadro 4	Relación del estado de madurez de la alfalfa al momento de la cosecha sobre la Proteína Cruda, Fibra Detergente Acido, Fibra Detergente Neutro y el Valor Relativo del Forraje (VRF), expresado en base a materia seca	12
Cuadro 5	Calidad nutritiva de variedades normales y de alta calidad de cultivares de alfalfa (Undersander et al., 2011).	15
Cuadro 6	Categorías y Rangos de Calidad Relativa del Forraje (CRF) utilizadas en la evaluación de forrajes en el Sureste de los Estados Unidos	16
Cuadro 7	Calendario de fechas de riegos y cortes utilizado en la realización de la evaluación de Acadian Suelo en alfalfa de primer año en el año 2015 en la Comarca Lagunera.	23
Cuadro 8	Tratamientos, dosis de producto/ha y momento de la aplicación al cultivo de la alfalfa en el año 2015 en la Comarca Lagunera.	24
Cuadro 9	Características de la calidad nutritiva de forraje de alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Población de cabezas de ganado lechero en la Comarca Lagunera del año 2009 hasta el 2014, según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.	7
Figura 2	Producción de litros de leche por año en la Comarca Lagunera del año 2009 hasta el 2014, según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.	8
Figura 3	Ubicación del área de estudio en el kilometro 2.5 de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, conocido como las “Tablas de Frías” con una superficie de 52 hectáreas establecidas con Alfalfa	20
Figura 4	Evaluación del rendimiento de proteína cruda (PC, %) del cultivo de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	28
Figura 5	Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDA, %) del cultivo de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	30
Figura 6	Evaluación del rendimiento de fibra detergente neutro (FDN, %) del cultivo de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	32
Figura 7	Evaluación del contenido de Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %) del cultivo de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	34
Figura 8	Evaluación del rendimiento de Total de Nutrientes Digestibles (TND, %) del cultivo de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	35
Figura 9	Evaluación del rendimiento de Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/kg) del cultivo de la alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) de primer año tratado	36



**con Acadian suelo vs Testigo comercial en el  
ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera,  
en el año 2015.**

## 1. INTRODUCCIÓN

La alfalfa es una leguminosa perenne que ocupa el 6° lugar en la generación de valor agrícola a nivel nacional, alcanzando los 15,132 mdp en 2012. 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 (FND, 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.

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

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.

La fertilización de los cultivos varía entre regiones y está directamente afectada por la fertilidad del suelo, variedad, fechas de siembra, densidades de población, prácticas culturales, sistema de riego y clima. Su valor debe ser mejorado considerablemente porque la competitividad en la agricultura aumenta con otros sectores (Colaizzi *et al.*, 2004).

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. Razón por la cual el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal el evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos líquidos provenientes de algas marinas en el cultivo de la alfalfa.

## **Objetivo**

Evaluar el efecto sobre calidad nutritiva de la alfalfa (*Medicago sativa*) de fertilización Acadian Suelo a diferencia de la química (comercial) en alfalfa de primer año.

1. Determinar el efecto de la fertilización Acadian Suelo, sobre la cantidad de Proteína Cruda (% PC) de la alfalfa.

2. Determinar la cantidad de las diferentes tipos de fibra de la materia seca (% de Fibra Detergente Acido (FDA), % de Fibra Detergente Neutro (FDN), Carbohidratos no fibrosos (% CNF) y

3. Determinar la cantidad de Energía Neta para Lactancia (ENI) por Kg/MS en alfalfa.

## **Hipótesis**

La calidad nutritiva de la alfalfa varía de acuerdo al nivel de fertilización, aumentando con la fertilización Acadian suelo vs fertilización del productor.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia y superficies de alfalfa en México

La superficies sembradas con el forraje de la alfalfa (*Medicago sativa*) en México en los últimos años han variado desde las 329 mil hectáreas en el año 2000, hasta las 391 mil en el año 2012, sin embargo, el valor de la producción de este importante forraje ha tenido variaciones considerables ya que en el año 2000 el valor de la producción fue de 7,378 millones de pesos, mientras que en el año 2013 el valor representó los 15,132 millones de pesos, lo que representa un incremento bastante considerable (SIAP-SAGARPA, 2014).

En el cuadro uno se muestran las superficies del cultivo de la alfalfa en México de año 2010 al 2014 según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.

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.

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción
			(Millones de pesos)
2010	383,436	29,110,563	11,018
2011	387,799	28,247,520	13,055
2012	391,184	31,019,937	15,132
2013	389,809	31,270,803	14,537
2014	287,571	31,538,099	14,677

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, 2011).

## **2.2 Importancia y superficies de alfalfa en la Comarca Lagunera**

La superficie de este cultivo en la Comarca Lagunera se ha mantenido relativamente constante a partir del año 2008 a la fecha con una superficie aproximada de 39,000-42,000 ha (SIAP-SAGARPA, 2014). (Cuadro 2). 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.

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 un 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-SAGARPA, 2014). (Cuadro 3).

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	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción
			(Millones de pesos)
2010	16,255	1,376,604	550.64
2011	14,617	1,210,205	484.08
2012	14,916	1,311,220	630.66
2013	15,026	1,299,432	602.98
2014	15,315	1,369,212	741.84

Cuadro 3. Superficies del cultivo de la alfalfa en la Comarca Lagunera de Durango, así como la producción anual y el valor de la producción del año 2010 al 2014 según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.

AÑO	Superficie (Ha)	Producción (Ton/año)	Valor de la producción
			(Millones de pesos)
2010	22,246	2,017,106	714.36
2011	23,166	1,971,200	790.40
2012	24,693	2,449,185	1,367.07
2013	23,779	2,515,849	1,535.013
2014	23,860	2,603,511	1,220.65

En la Comarca Lagunera la producción de alfalfa como forraje para la creciente población de bovinos lecheros la cual se situaba en 404,895 en el año 2009 hasta 443,526 cabezas en el 2014, (Figura 1) (SIAP-SAGARPA, 2014), por lo que para alimentar esos miles de cabezas, el productor considera dos aspectos fundamentales, por un lado, lo representa la “calidad” y la otra es la “cantidad” de la alfalfa y su relación con el consumo de agua.

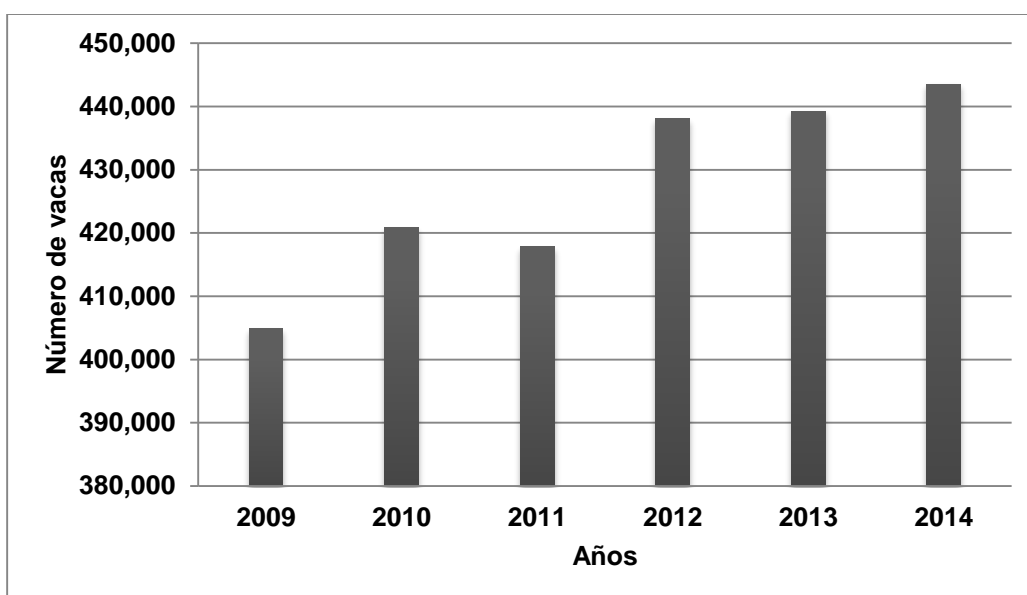


Figura 1. Población de cabezas de ganado lechero en la Comarca Lagunera del año 2009 hasta el 2014, según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.

Respecto a la producción de leche en La Laguna, las estadísticas mencionan que la producción de litros de leche por año se ha mantenido relativamente estable en los últimos cinco años entre los 2,090,000 millones de litros de leche al año a los 2,274,475 tal y como se puede observar en la figura 2.



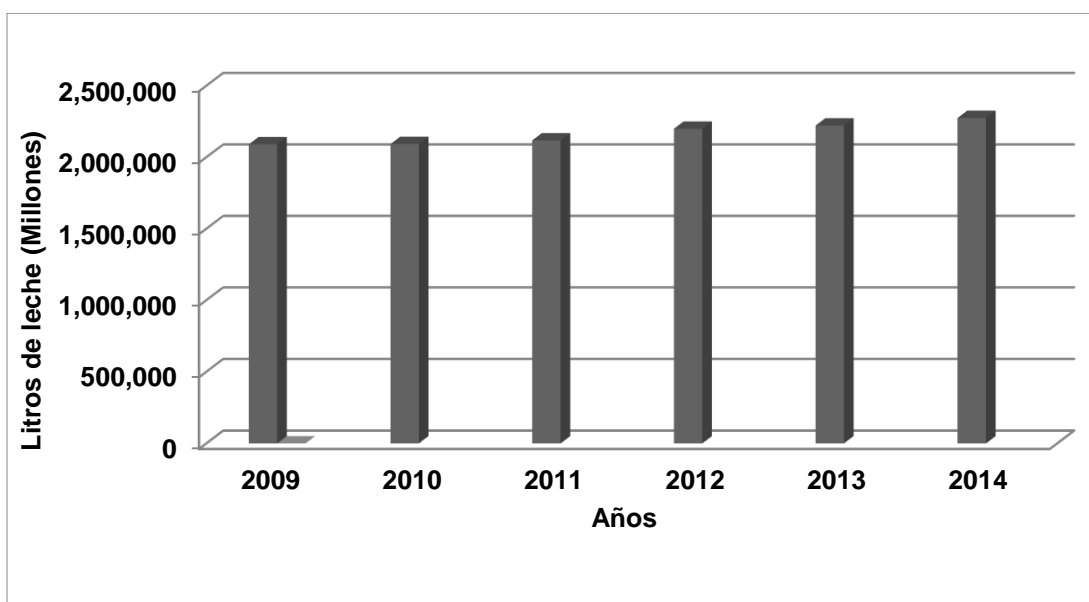


Figura 2. Producción de litros de leche por año en la Comarca Lagunera del año 2009 hasta el 2014, según datos de SIAP-SAGARPA, 2014.

La Comarca Lagunera es considerada actualmente una de las cuencas lecheras más importantes del país ya que se producen casi 7 millones de litros de leche/día, basado en gran parte en la alimentación de forrajes como el maíz y sorgo forrajero así como la alfalfa, producción de forrajes que se ve afectada grandemente por el creciente aumento de los precios de los fertilizantes (SIAP, 2013), lo anterior afecta de manera significativa el costo de los forrajes cosechados, incrementando con ello el costo de la ración de los bovinos de leche, razón por la cual, se hace necesario evaluar alternativas de aplicaciones de fertilizantes diferentes a las que tradicional y comercialmente se utilizan en la región.

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/MSha) y es el enfoque de los que venden el forraje en verde o en heno a los establos lecheros.

El sustento de la industria intensiva de producción de leche en la Laguna depende directamente de la producción y de la calidad de forraje producido de la alfalfa, razón por la cual los productores de leche han adoptado métodos de fertilización alternativa, ya que actualmente en el mercado el precio de los fertilizantes químicos se ha incrementado grandemente, además de tener impactos negativos sobre el ambiente y la fertilidad de los suelos.

Seleccionar las fuentes de fertilizantes orgánicos a base de nutrientes es muy necesario y el costo por unidad de nutrientes aportados. Fuentes de fertilizantes orgánicos varían ampliamente en la concentración de nutrientes, la disponibilidad y el costo por unidad de nutriente debido a factores tales como el material de origen, requisito de procesamiento, la unidad (paquete) el tamaño y la distancia de transporte (Fuerst et al., sin fecha).

Una hoja de cálculo de utilidad está disponible para calcular el costo por unidad de nutriente para los fertilizantes orgánicos. Fertilizantes orgánicos comerciales son generalmente mucho más caros que a granel y materiales tales como composta y abonos como el estiércol. Por esta razón y cuando estén disponibles, la composta y abonos provenientes del estiércol, deben constituir la base de un programa de fertilización orgánica. El contenido de nutrientes de la composta y abonos debe ser analizada para determinar las concentraciones reales de nutrientes (Fuerst et al., sin fecha).

Los materiales orgánicos también varían en la velocidad de liberación de nutrientes que contienen. Al calcular las tasas de aplicación de nutrientes orgánicos, asumir 75% del fósforo y 85% del potasio entre otros factores.

### **2.3 Fertilización orgánica líquida en cultivos**

Acadian Seaplants Limited es una empresa totalmente integrada, diversificada, basada en tecnología que fabrica productos naturales y de calidad para plantas e insumos agrícolas, suplementos alimenticios para animales, vegetales marinos cultivados e ingredientes funcionales derivados de selectas especies de algas marinas. Entre varios aspectos notables de sus operaciones se destacan: los métodos avanzados para cosechar las algas como un recurso renovable y sostenible así como también, las tecnologías creadas para transformar ese recurso natural en productos terminados para la venta, que resulten de valor agregado en los mercados internacionales más exigentes (ASL, 2015a).

Los productos de Acadian se han experimentado en el campo e invernadero, en más de 80 cultivos diferentes en todo el mundo, por un cuarto de siglo. Investigaciones científicas han confirmado que los compuestos activos de los productos de Acadian son únicos en comparación con cualquier otro producto a base de algas marinas en el mundo; sin importar la especie de alga marina, ya sea *Ascophyllum nodosum* o cualquiera de las otras especies con menor cantidad de estudios, a nivel mundial. Los extractos de algas marinas elaborados a partir de especies diferentes, o utilizando procesos tecnológicos alternativos de extracción, darán como resultado productos con características diferentes que generarán variadas respuestas en la planta. Los resultados obtenidos con Stimplex®

y Acadian Suelo® se diferencian de otros productos de algas marinas que existen actualmente en el mercado, mostrando resultados confiables y consistentes (Agrosíntesis, 2015).

Los años de investigación han comprobado que los productos de Acadian maximizan el rendimiento de los cultivos de alta calidad. Mejoras en el rendimiento se han demostrado tanto en tamaño como número de frutos. Este aumento en el rendimiento y en la calidad ha sido demostrado en una amplia variedad de plantas, incluso en sus períodos de estrés. El aumento del rendimiento en conjunto con la mejora en los atributos de calidad, tales como la firmeza, color, tamaño y uniformidad de los cultivos, le traerá una ventaja competitiva y aumento de ganancias, al momento de la comercialización de sus productos agrícolas (ASL, 2015b).

Los Productos de Acadian le ayudan a obtener el máximo provecho de su programa de fertilización. Ellos ayudan a los nutrientes enalteciendo el crecimiento de la raíz, fomentando las poblaciones de microbios saludables y contienen azúcares naturales que sirven como quelantes naturales. Los Productos de Acadian ayudan a lograr el mejor uso posible de los nutrientes y, al hacerlo, aumentan significativamente el rendimiento y calidad (ASL, 2015b).

#### **2.4 Calidad nutritiva de la alfalfa**

La calidad del forraje de la alfalfa es superior a otros cultivos debido a su alta producción de proteína cruda y energía, reduciendo con ello las necesidades de suplementación tanto de energía como de proteína en las raciones. Un potencial superior

de consumo permite aumentar su uso en las raciones de vacas altamente productoras (Undersander et al., 2011).

Los nutrientes que son requeridos por el animal dependen principalmente de su edad, sexo, y estatus productivo. Beneficios máximos se obtienen cuando el forraje proporcionado satisface las necesidades de los animales por lo que es tan importante que no sobren nutrientes por lo costoso de su elaboración y que no falten debido a que se requerirá de suplementación (Undersander et al., 2011).

Los estándares de calidad para forrajes de leguminosas, zacates y mezclas de estos, se muestran en el cuadro cuatro el cual utiliza el término RFQ (Relative Forage Quality) por sus siglas en ingles que representa un índice de la Calidad Relativa del Forraje (CRF) para ubicar su uso adecuado.

Cuadro 4. Relación del estado de madurez de la alfalfa al momento de la cosecha sobre la Proteína Cruda, Fibra Detergente Acido, Fibra Detergente Neutro y el Valor Relativo del Forraje (VRF), expresado en base a materia seca.

Madurez	% PC	% FDA	%FDN	VRF
Estado vegetativo tardío	23	28	38	164
Botón	20	29	40	154
10% de flor	18	31	42	144
50% flor	17	35	46	125
100% flor	15	37	50	112
Con semilla	13	42	56	93

Tanto los compradores como vendedores de forraje siguen buscando medios comunes de la estimación de la calidad del mismo en términos de su valor como alimento para el ganado. Valor Relativo del forraje (VRF) está ganando aceptación como uno de los mejores métodos para estimar la calidad del forraje de alfalfa para la alimentación en ganado lechero. Los compradores de forraje y heno, quieren saber si el VRF, representa una valiosa herramienta de mercadeo al momento de seleccionar diferentes tipos y calidades de forraje (Redfearn et al., sin fecha; Ball et al., 2001).

El valor de la VRF no debe implicar que es el único estimador importante de la calidad del forraje. Por ejemplo, el valor de VRF no aporta información sobre la concentración de proteína o características físicas. Las proteínas y las características físicas deben ser analizadas junto con la VRF para una evaluación más completa de la calidad del forraje (Redfearn et al., sin fecha).

La fórmula para la estimación de la VRF de digestibilidad de materia seca (DMS) y la ingesta o consumo de materia seca (CMS) es:  $VRF = (\% DMS) \times (\% CMS) \times (0.775)$  (Redfearn et al., sin fecha). Las decisiones del manejo de la cosecha y corte de la alfalfa son críticos sobre la utilidad neta de un cultivo de alfalfa. El tiempo de la cosecha de la alfalfa es el primer método por medio del cual los productores pueden influir en la calidad del heno producido. Adicionalmente, el tiempo de la cosecha tiene una profunda influencia sobre el rendimiento y duración del lote en el campo (Orloff y Putnam, 2007).

¿Qué significa la RFV = 164? El VRF no especifica significado nutricional y se utiliza sólo como un índice de la valor relativo de un forraje. Combinado en un solo

número, la digestibilidad del forraje y una estimación de la cantidad de forraje que será consumido por el animal (Ball et al., 2001).

La relación general entre la madurez y la calidad del forraje de cuatro estimadores de calidad se ilustra en cuadro 4. A medida que la madurez avanza, tanto la proteína cruda y el valor de VRF en general disminuye, y la FDA y FDN se incrementan (Ball et al., 2001).

Para establecer un punto de base para determinar en dónde es mejor el valor de VRF en la escala de calidad, se puede observar que una FDA de 41% y un FDN del 3% se relacionarían con una RFV de 100. El VRF de heno de alfalfa cosechada en plena floración se espera que sea aproximadamente 100 (Ball et al., 2001).

La calidad nutricional de los cultivos está influenciada por factores genéticos y medioambientales, los cuales determinan la concentración de fitonutrientes en la planta. Estos factores incluyen temperaturas, intensidad de luz, calidad de luz, altitud, pH del suelo, tipo de suelo, fertilización, sistema de producción (orgánico vs convencional; y en campo vs invernadero), irrigación, pesticidas y contaminación (Lester, 2010).

Otro aspecto lo representa las variedades de alfalfa de alta calidad nutritiva denominadas HQ (High Quality) que pueden tener mayor digestibilidad y energía neta de lactancia (Cuadro 5). Estas diferencias equivalen para el productor de leche hasta 100 kg de leche más por cada tonelada de materia seca (MS) en comparación con variedades normales de acuerdo a estimaciones realizadas con el Programa Milk 2006 desarrollado por (Undersander et al., 2011).

De acuerdo con Moore y Undersander (2002), el valor relativo del forraje (VRF) se calcula mediante la estimación de la digestibilidad de la materia seca de forraje y la cantidad de alimento que la vaca puede comer en función de su capacidad de "llenado". Sin embargo, las vacas a veces presentan un comportamiento distinto, incluso cuando se alimentan con forrajes de VRF idénticos. Las variaciones en la digestibilidad de la FDN fracción que puede impactar probablemente en estas diferencias.

Cuadro 5. Calidad nutritiva de variedades normales y de alta calidad de cultivares de alfalfa (Undersander et al., 2011).

Variable	Normal	Alta calidad nutritiva
Proteína cruda, %	23.7	24.9
Fibra detergente neutro, %	36.9	35.2
Fibra detergente ácido, %	28.6	27.1
Lignina, %	6.6	6.1
Digestibilidad in vitro, %	79.6	82.8

La fibra de los zacates y leguminosas difiere de forma natural en la digestibilidad, ya que también lo hace cuando se cultivan bajo diferentes ambientes de temperaturas. El VRF del primer corte de la alfalfa será similar a la del segundo y tercer corte si son cosechadas en etapas similares de madurez. Sin embargo, la fracción de la digestibilidad de la fibra de cada corte serán diferentes debido a que están influenciados por los cambios en la temperatura ambiente en el momento de su crecimiento y desarrollo. (Moore y Undersander, 2002).



Una escala de categorías sobre Calidad Relativa del Forraje (CRF) la presenta Hancock, (2011) en el cuadro 6, y la cual es utilizada en un sistema de categorización de forrajes en el Sureste de los Estados Unidos

Cuadro 6. Categorías y Rangos de Calidad Relativa del Forraje (CRF) utilizadas en la evaluación de forrajes en el Sureste de los Estados Unidos (Hancock, 2011).

Categoría de calidad del forraje	Calidad Relativa del Forraje (CRF)
Premium	>140
Buena	110-139
Regular	90-109
Utilitaria	<90

Por lo tanto, las diferencias en la digestibilidad de fibra no son tomadas en cuenta en el cálculo la VRF y vacas lecheras pueden comportarse de forma diferente cuando se alimentan con forrajes de diferentes cortes y en diferentes estados fenológicos.

Investigadores de la Universidad de Wisconsin (Moore y Undersander, 2002), han diseñado el índice RFQ (Relative Forage Quality) por sus siglas en ingles, y expresado como “Calidad Relativa del Forraje” (CRF) que utiliza la digestibilidad fibra para estimar el consumo, así como el total de nutrientes digestibles (TND) (energía) del forraje, por medio de la siguiente fórmula:

$$CRF = \frac{TND \times CMS}{1.23}$$

El índice CRF es un mejor estimador sobre el índice VRF para aquellos productores que compran y venden forrajes, y refleja mejor la calidad y rendimiento que se puede esperar del ganado alimentado esos forrajes. (Moore y Undersander, 2002).

Otra de las ventajas de la predicción es que CRF diferencia a las leguminosas de los zacates o gramíneas. Cuanto mayor sea la FDN en las gramíneas se hará una mejor predicción del CRF de calidad del forraje en comparación con la RFV. El CRF enfatiza la digestibilidad de la fibra, mientras que el VRF utiliza la digestibilidad y el consumo de materia seca. (Moore y Undersander, 2002).

Aunque los zacates tienen fracciones más alta de fibras (FDA y FDN), que también presentan un menor contenido de lignina. El VRF sigue siendo ampliamente utilizado como una índice para evaluar la calidad, comparar variedades forrajeras y precios de los forrajes. Sin embargo, las diferencias en la fracción de la digestibilidad de la fibra puede dar lugar a una diferencia en el rendimiento de los animales cuando se suministran forrajes con un índice de VRF similares (Moore y Undersander, 2002).

El índice de CRF se ha desarrollado para superar esta diferencia. Este índice toma en cuenta la las diferencias en la digestibilidad de la fracción de fibra y puede ser utilizado para predecir con mayor precisión el rendimiento o desempeño del animal y responder a las necesidades nutritivas de los animales (Moore y Undersander, 2002).

Actualmente con el desarrollo de una agricultura sostenible, muchos productores de leche y por ende de forrajes, empiezan a modificar algunas de sus prácticas de producción de forrajes como la sustitución de los fertilizantes químicos por fertilizantes orgánicos líquidos de origen marino. Millones de personas en todo el mundo exigen cada

día más al productor, productos de calidad y sin residuos contaminantes que afectan al organismo y al medio ambiente, una alternativa lo representa la utilización de fertilizantes orgánicos líquidos, es por lo anteriormente expuesto, que se plantea el presente proyecto de investigación en el cual se tiene como objetivo evaluar los productos Acadian Suelo sobre la calidad nutritiva en alfalfa de primer año en la Comarca Lagunera.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Comarca Lagunera está ubicada en el centro norte de México entre 101° 41' y 104° 61' O, y 24° 59' y 26° 53' N; tiene una superficie de 47,887 km<sup>2</sup> con una altitud media de 1100 m, con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localiza el área agrícola. Está conformada por 15 municipios, 10 de ellos del estado de Durango y 5 del estado de Coahuila. En la Comarca Lagunera la temperatura media anual histórica es de 21° C, siendo su máxima extrema de 41.5° C y su mínima de -2° C. La precipitación promedio anual es de 258 mm siendo cuatro los meses lluviosos (junio-septiembre). En las anteriores condiciones la agricultura y ganadería son posibles en condiciones de riego, para lo cual se dispone de dos fuentes de abastecimiento: el agua de gravedad y el acuífero subterráneo (García, 1973).

**3.1 Ubicación del estudio.** El lote de terreno utilizado se localiza en el predio de la unidad de producción del Grupo Tricio Haro (GTH), en la pequeña propiedad conocida como las “Tablas de Frías”, aproximadamente a 2.5 km de la carretera “Ejido Granada hacia el Ejido Solís” contándose con un lote de terreno de 52 hectáreas, que cuenta con un sistema de riego de válvulas alfalferas, que permite regar en una toma de la válvula, hasta cuatro melgas o tendidas, las cuales tienen una superficie aproximada de casi una hectárea (Figura 3).

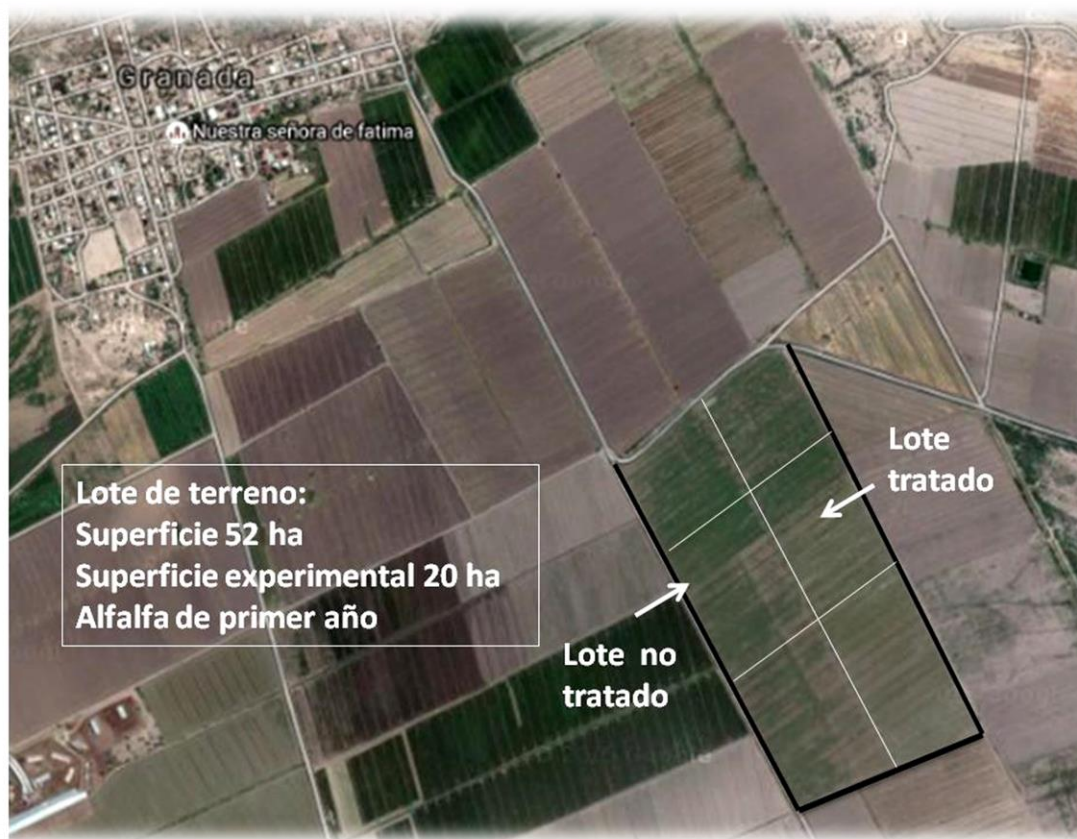


Figura 3. Ubicación del área de estudio en el kilómetro 2.5 de la carretera Ejido Granada a Ejido Solís, conocido como las “Tablas de Frías” con una superficie de 52 hectáreas establecidas con Alfalfa (Modificado de Google Maps).

**3.2 Materiales.** El material utilizado en esta investigación fue un compuesto a base de algas marinas como fertilizante líquido, un complejo nutritivo para cultivos forrajeros en general el “Acadian Suelo” que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones al suelo con un pH de 7.8-8.2 y con certificación OMRI y BSC. Además para la prueba se requirió de un lote de un cultivo de alfalfa de la variedad \_\_\_\_\_ establecida de primer año, y una densidad de \_\_\_\_\_ sembrada en mes de \_\_\_\_\_

diciembre de 2014, de segundo corte para las condiciones comerciales de la Comarca lagunera de aproximadamente 52 ha.

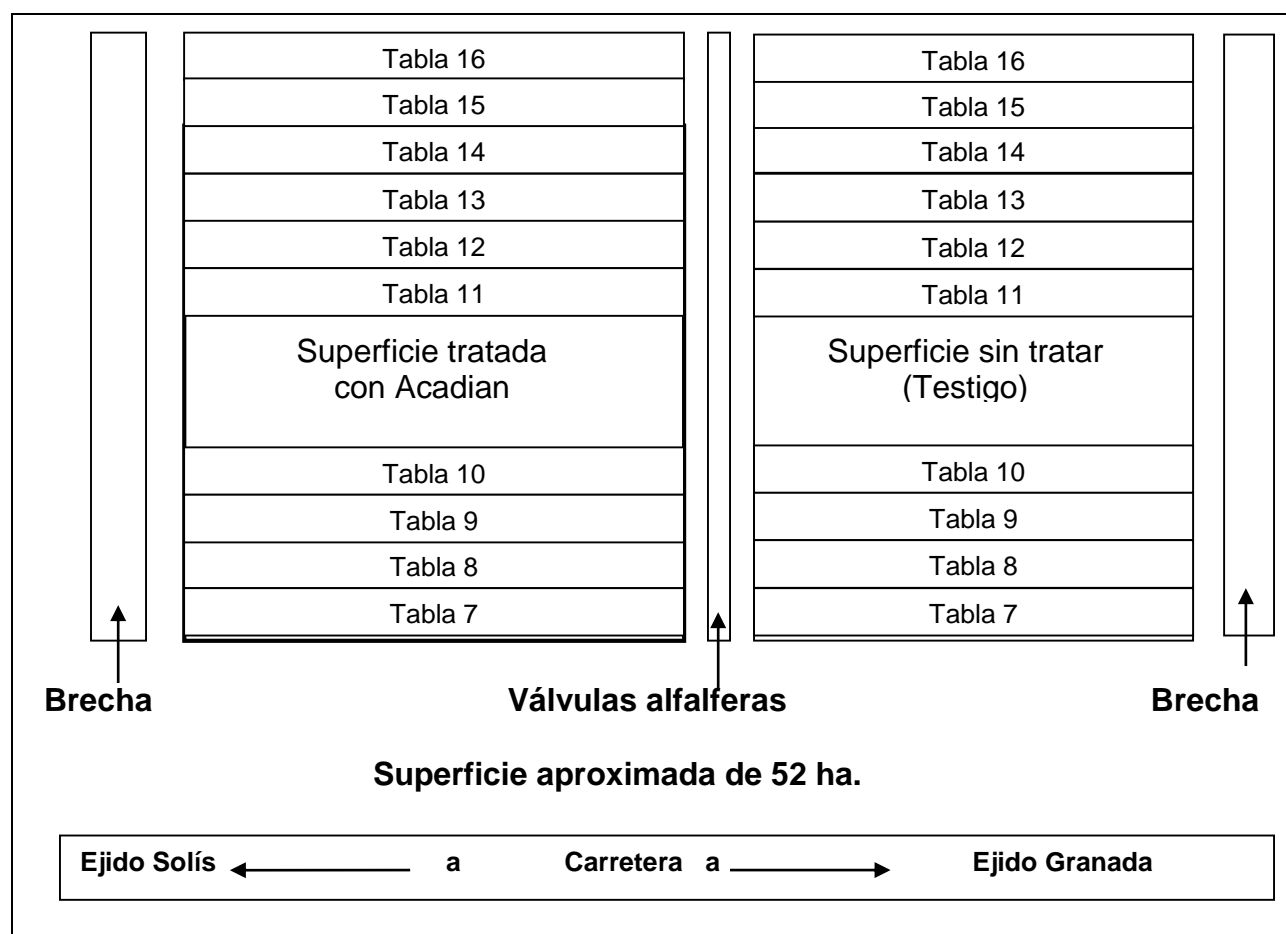
**3.3 Metodología.** Se realizó un barbecho en un lote de terreno de aproximadamente 52 ha, en cuyo suelo estaba previamente un eriazo, para preparar el terreno se realizaron dos pasos de rastra, con el fin de dejar bien mullido el terreno para la siembra, la cual se efectuó en diciembre del año 2014.

### **3.3.1 Aplicación del producto en campo**

La aplicación del producto Acadian suelo 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 ancho x 270 m largo) haciendo un total de 750 m el área de la tabla. Al momento de cada riego se realizó la preparación en campo al diluir 700 ml de Acadian Suelo en una cubeta de 20 lts 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, cabe mencionar que los productos nutritivos Acadian suelo son compatibles con la mayoría de los insecticidas, fungicidas y fertilizantes, son especialmente recomendados para su uso con bioprotectores y/o entomopatógenos.

Se seleccionaron desde la tabla 7 hasta la tabla 16 a la largo del sistema de riego, un lote de aproximadamente 20 ha para la investigación, localizado en el centro de las 52 ha, estableciendo el lote tratado del lado izquierdo y del lado derecho del sistema de riego el no tratado, tal y como se muestra en la figura del croquis del experimento.

### **Croquis del terreno**



### 3.3.2 Calendarios de riegos y cortes

El 04 de julio de 2015 se seleccionó el lote de alfalfa de primer año, establecida en el mes de diciembre de 2014, contándose con un lote de aproximadamente 52 ha, de las cuales se seleccionaron diez tablas o tendidas por cada tratamiento, del centro del lote con el objeto de evitar el efecto de orilla.

En el siguiente cuadro se muestra un calendario de riegos y cortes que se utilizó para la realización de la evaluación de Acadian Suelo en alfalfa de primer año.

Cuadro 7. Calendario de fechas de riegos y cortes utilizado en la realización de la evaluación de Acadian Suelo en alfalfa de primer año en el año 2015 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 + Sin aplicación	1
19 de agosto	Corte para evaluación	2
26 de agosto	Riego + Acadian suelo	2
11 de septiembre	Corte para evaluación	3
25 y 26 de septiembre	Riego + Acadian suelo	3
12 de octubre	Corte para evaluación	4
29 y 30 de octubre	Riego + Acadian suelo	4
19 de noviembre	Corte para evaluación	5
5 y 6 de diciembre	Riego + Acadian suelo	5
22 de diciembre	Corte para evaluación	6

Se realizó una aplicación de insecticidas el lunes 21 de septiembre para control de plagas y principalmente pulgón de la alfalfa.

**3.4 Diseño experimental:** Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos

El modelo a utilizar fue el siguiente:

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

Donde:



*Tijk*: Variables aleatorias a evaluar (Proteína cruda, FDA, FDN, ENL, CHOs no fibrosos, etc)

$\mu$ : Promedio poblacional

*Ti*: Efecto de los tratamientos (Acadian suelo vs testigo)

*Bj*: Efecto de los bloques

*Eijk*: Error experimental aleatorio.

### 3.4.1 Tratamientos

Se utilizaron dos tratamientos (T1= Lote con aplicación del producto Acadian suelo y T2= Testigo regional) con 10 repeticiones (n=10 tablas de cada lote). En el cuadro 8 se muestran los tratamientos aplicados al cultivo de la alfalfa durante la prueba de Acadian suelo. Para el análisis estadístico se realizaron un análisis de varianza con las variables utilizando el programa DISENOS de la Universidad Autónoma de Nueva León (**Olivares,** ) Para comparar las medias se utilizó la prueba de DMS ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 8. Tratamientos, dosis de producto/ha y momento de la aplicación al

cultivo de la alfalfa en el año 2015 en la Comarca Lagunera.

Tratamiento	Dosis de producto/ha	Momento de la aplicación
1. Testigo regional del productor	0.0	
2. Acadian suelo aplicado al momento del riego después de cada corte (etapa julio-diciembre) Número de riegos aplicados de 6	1.0 l/ha	Disolución del producto (1.0 lt) en un tanque de 200 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.

**3.4.2 Variables a evaluar.** Para estimar el rendimiento de forraje se cortaron a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo las muestras por material de alfalfa de una superficie de 0.3216 m<sup>2</sup> y esta fue de forma rectangular, el forraje que se cosecho se pesó en verde, se tomó una muestra de 300 g de forraje en materia verde a la que se le determinó su contenido de materia seca en estufa de aire forzado a 75 °C, con la información del peso seco se determinó el rendimiento de forraje en base a materia seca por hectárea (MS ha<sup>-1</sup>) en los materiales de alfalfa y se calcularon por corte, y por mes; los muestreos para estimar el rendimiento de forraje se realizaron de las 6 a las 11 de la mañana y fueron un día antes de que el productor realizara el corte comercial del lote de alfalfa.

Las variables que se evaluaron para obtener la calidad nutritiva fueron; determinar la calidad de materia seca (% PC, % FDA, % FDN, % CNF (Carbohidratos no fibrosos, %, TND) y ENI (Energía neta para lactancia) por Kg/MS de la alfalfa.

**3.4.3 Calidad nutritiva (CN).** La calidad nutritiva del forraje obtenido se realizó 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 del forraje se determinó en la muestras molidas en un molino Willey con una malla de 1.0 mm de diámetro.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Calidad nutritiva (CN)**

La calidad nutritiva de la alfalfa, varió por el efecto de la aplicación del fertilizante orgánico líquido, además del impacto que fue teniendo a través de los meses de estudio. En el cuadro 9 se muestran en forma global y general los resultados obtenidos del análisis del forraje cosechado para cada corte de alfalfa de primer año (n=6), siendo estos los porcentaje de Proteína cruda, (% PC), porcentaje de la Fibra Detergente Acido, (% FDA), porcentaje de la Fibra Detergente Neutro (% FDN), porcentaje de Carbohidratos no fibrosos (% CNF), Total de Nutrientes Digestibles (% TND) y la Energía Neta para Lactancia, (ENI, Mcal/kg/MS) obtenidos en el laboratorio, en forraje cosechado del cultivo de la alfalfa en promedio de los diez cortes.

En general, la calidad del forraje producido se considera excelente por el porcentaje de proteína que se reportó, además de que la energía neta para lactancia en Mcal/Kg/MS se considera también de gran potencial para la producción de leche, entre

otros de los indicadores de la calidad lo representa la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) y los porcentajes de FDA y FDN, los cuales se sitúan entre los rangos de alfalfas de alta calidad nutritiva, según lo reportado por Undersander et al., (2011), ya que por lo que la FDN se refiere, salvo los resultados obtenidos en el primer corte (40-48% FDN), en los demás cortes se obtuvo valores menores a 40% lo que le da a la alfalfa cosechada una categoría de Valor Relativo del Forraje mayor a 151 de calidad Premium.

Cuadro 9. Características de la calidad nutritiva de forraje de alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano-invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

No. de corte	Tratamiento	PC, %	FDA, %	FDN,%	CNF,%	TND,%	ENL, Mcal/kg
	Tratado	22.7	36.2	48	19.9	51	1.11
1	No Tratado	23	37.8	40.8	25.8	57	1.29
	Tratado	22.8	24.1	32.8	35.6	61	1.43
2	No Tratado	21.1	27.6	35.9	34.3	63	1.46
	Tratado	27.4	25.4	28.9	35.2	62	1.47
3	No Tratado	27.5	27.7	31.6	35.4	64	1.51
	Tratado	27.5	24.4	31	31.3	61	1.45
4	No Tratado	25.2	27.5	30.4	35.3	61	1.46
	Tratado	25.1	24.5	28.1	38.7	64	1.54
5	No Tratado	26.4	25	28.1	33.7	63	1.52

	Tratado	25.4	20.9	27.9	31.3	64	1.55
6	No Tratado	26	20.8	27.5	30.9	66	1.59

#### 4.1.1 Proteína cruda (PC, %)

Los resultados promedio (n=6) obtenidos para este nutriente PC, % muestran que no existieron diferencias significativas (NS) a ( $P<0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el forraje de la alfalfa tratada fue de 25.15 % de PC, mientras que en el no tratado se obtuvo el 24.93 % PC, tal y como se muestra en el figura 4. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la alfalfa para este compuesto, muestran que valores de PC mayores al 22 % se consideran alfalfas supremas entre 20-22 se consideran Premium, y alfalfas de alta calidad nutritiva contienen hasta 24.5 % o más de PC, lo anterior, debido principalmente al estado de madurez al momento de la cosecha que fue entre un 5 al 10 % de floración. Los resultados muestran que en el corte tres fue cuando se obtuvo el mayor porcentaje con 27.7 % y en el corte dos los más bajos con 21.1 % en el lote no tratado.

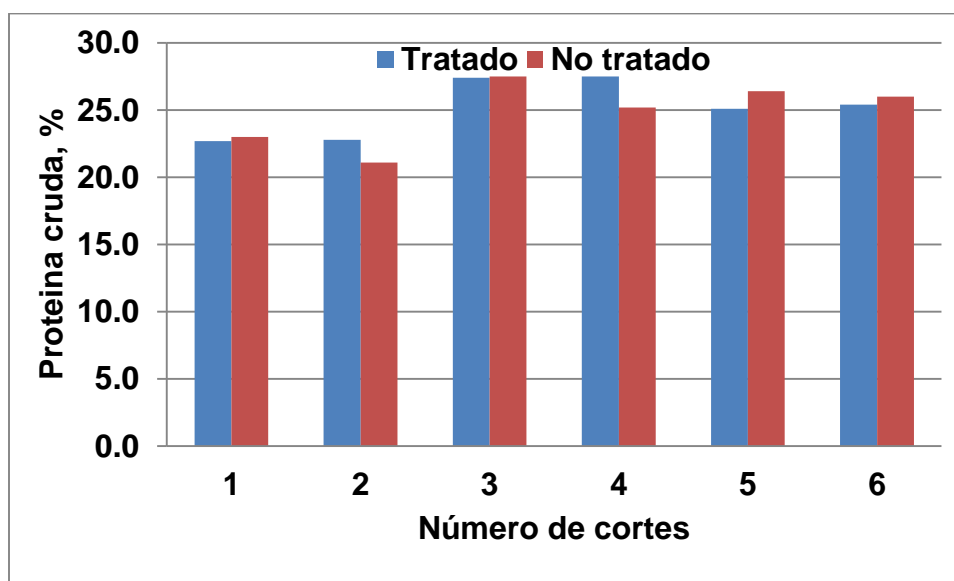


Figura 4. Evaluación del rendimiento de proteína cruda (PC, %) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

Canbolat *et al.*, (2006) evaluaron la predicción del valor nutritivo de la alfalfa en diferentes estados de madurez, encontrando que la PC fue de 19.75% antes de la floración, 17.25 % durante la floración y 13.40 % en la madurez tardía, resultados muy inferiores que los obtenidos en este estudio, en cualquiera de los cortes realizados, ya sea tratado o no tratados con Acadian suelo.

#### 4.1.2 Fibra detergente ácido (FDA, %)

Esta fibra está relacionada de manera inversa con la digestibilidad de la MS; es decir, a mayor contenido menor es la digestibilidad (Herrera, 1999). Según este investigador, valores de más de 35 %, se consideran forrajes de baja calidad, de 32-35

de mediana y de menores de 27-29 % de FDA se consideran alfalfas de alta calidad y generalmente varían los mínimos y máximos entre 27.0- 35.0 %.

El contenido de FDA en la alfalfa fue el único nutriente que presentó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), lo que dio lugar en los dos lotes: tanto de la alfalfa del lote tratado, que tuvieron la mayor concentración, mientras que los materiales del lote no tratado tuvieron el menor contenido (Cuadro 9).

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que existieron diferencias significativas (\*) a ( $P > 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para la alfalfa tratada fue de 27.733 % de FDA, mientras que en el no tratado se obtuvo el 25.917 % FDA, tal y como se muestra en el figura 5, con una DMS de 1.497. Aunque los estándares de referencia (Undersander *et al.*, 2011), que se tienen de la calidad de la alfalfa para este compuesto, muestran que valores de FDA mayores o igual a 40% se consideran como alfalfas de calidad nutricional de regular o inferior. Alfalfas con < a 31 % de FDA se consideran de calidad Premium y mayores al 45% se consideran de calidad nutritiva baja. De acuerdo con Romero (2004), los rangos de FDA (%) en alfalfa forrajera varían de entre el 20-40 %

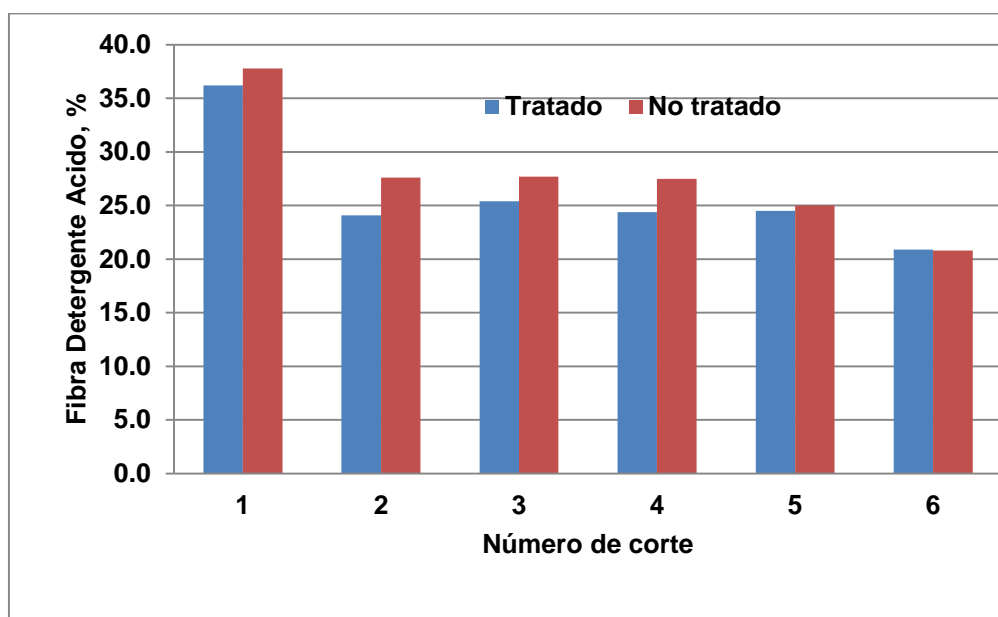


Figura 5. Evaluación del rendimiento de fibra detergente ácido (FDA, %) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

La FDA es el componente que se encuentra más relacionado con la digestibilidad del ensilaje, estando compuesta por celulosa, lignina y proteína ligada a esa fibra (Shaver, *et al.* 2002).

Moore y Undersander, (2002) mencionan que alfalfas con menos del 27% de FDA se consideran de calidad suprema y con mayor del 35% como pobres o corrientes, esto de acuerdo, estrictamente al mercado de Alfalfa, el USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos), adoptó en el 2002 una nueva clasificación para el heno de alfalfa, siendo esta aún más restrictiva que la clasificación publicada por Rohweder *et al.*, (1978), cuando se introdujo el concepto de VRF (Valor Relativo del Forraje).



(Canbolat *et al.*, 2006) evaluaron la predicción del valor nutritivo de la alfalfa en diferentes estados de madurez, encontrando una FDA de 20.20% antes de la floración, 31.15% durante la floración y 36.25% en la madurez tardía. Aunque no fue el objetivo de este estudio, si se observaron cambios en los % de FDA, en los diferentes estados de corte, ya que siempre se cortó en la fase que el productor realizó en forma comercial.

#### **4.1.3 Fibra detergente neutro (FDN, %)**

Los valores de la FDN de los forrajes se correlacionan de manera negativa con la digestibilidad y el consumo, por lo que es de suma importancia para su posterior uso (Oramas y Vivas, 2007). A mayor contenido de esta fibra, menor es el consumo de materia seca y está asociada con el consumo voluntario de forraje por los rumiantes (Herrera, 1999).

Los resultados obtenidos con respecto al contenido de FDN, se destacó el lote no tratado, el cual presentó el menor contenido con 32.4 % (Cuadro 9). Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P < 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 32.8 % de FDN, es decir, de igual calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 32.4 % FDN, es decir, que no existió diferencias debido a la aplicación de Acadian suelo como se muestra en el figura 6. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la alfalfa forrajera para este compuesto, muestran que valores de FDN mayores o igual a 44.0 % se consideran como alfalfas de calidad utilitaria o pobre. Los forrajes se pueden clasificar en base a su contenido de FDN en menores de 34.0 % excelentes, de 36-40 % buenos, de 40-44% regulares y mayores a 44.0 % de FDN de calidad pobre o mala (Nuñez *et al.*, 2011).

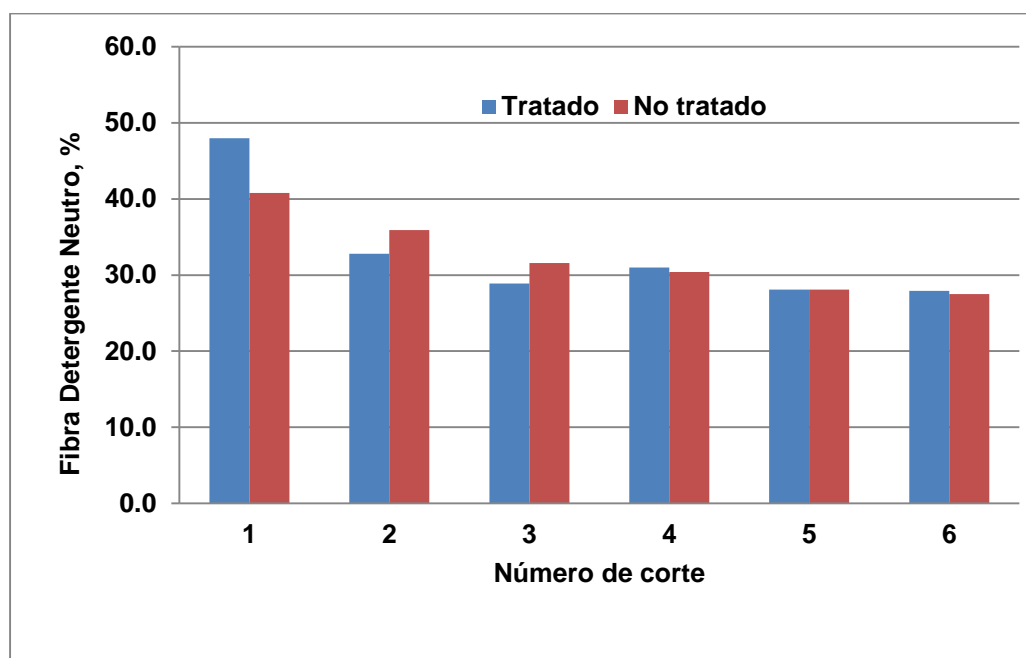


Figura 6. Evaluación del rendimiento de fibra detergente neutro (FDN, %) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

Alfalfas forrajeras con menos de 34 % de FDN se considera un mejor forraje supremo el cual produce más leche (Nuñez *et al.*, 2006). Canbolat *et al.*, (2006) evaluaron la predicción del valor nutritivo de la alfalfa en diferentes estados de madurez, encontrando una FDN de 30.95% antes de la floración, 44.70% durante la floración y 54.15% en la madurez tardía, y en la escala de estándar de calidad de 1-6 desarrollada por el Fuerza de Tarea del Consejo Americano de Forrajes y Praderas de mercadeo de heno (Hay Marketing Task Force of American Forage and Grassland Council desarrollado por Rohweder *et al.*, (1978), una FDN menor al 40% se considera de calidad suprema.

#### **4.1.4 Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %)**

Estos materiales son una fuente de energía muy importante y pueden presentarse en forma de azúcares solubles o almidones, con lo cual varía su degradabilidad ruminal y sitio de digestión (rumen versus intestino).

Los resultados obtenidos en la alfalfa de primavera para este nutriente muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P < 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el lote tratado fue de 32.0 % de CNF, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 32.6 % CNF, es decir, se considera de mejor calidad tal y como se muestra en el figura 7. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad de la alfalfa para este compuesto, muestran que valores de CNF mayores o igual a 27-29% se consideran como maíces de calidad nutricional buena. (Nuñez *et al.*, 2003) mencionan que por ejemplo los rastrojos contienen solo el 7.5 de CNF, mientras que una alfalfa de primera contiene 29.8% de CNF. Los rangos de este compuesto deben fluctuar entre los 20-35 % (Undersander *et al.*, 2011)

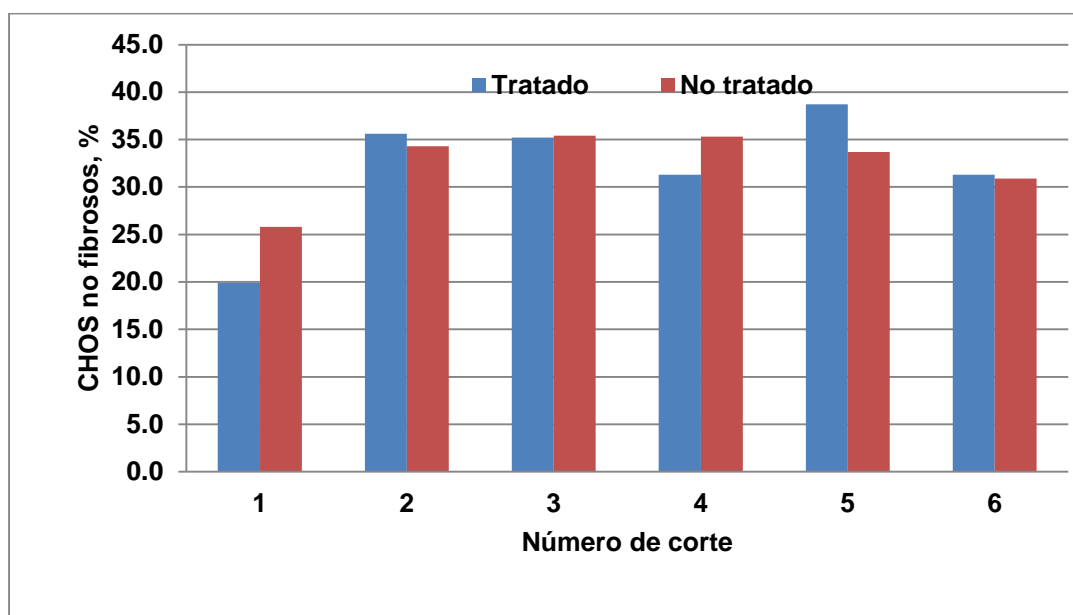


Figura 7. Evaluación del contenido de Carbohidratos No Fibrosos (CNF, %) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

#### 4.1.5 Total de Nutrientes Digestibles (TND, %)

Los resultados obtenidos para TND, % muestran que no existieron diferencias significativas a ( $P < 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para la alfalfa forrajera tratada fue de 60.5 % de TND, es decir, de menor calidad, mientras que en el no tratado se obtuvo el 62.3 % TND, es decir, se considera de ligeramente de mayor calidad tal y como se muestra en el figura 8. Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad de la alfalfa para este compuesto, muestran que valores de TND menores o igual a 56% se consideran como alfalfas de calidad nutricional pobre o mala, y mayores del 62 % se consideran de alta calidad o suprema, las alfalfas entre 58-60% se consideran como de categoría buena (Olague *et al.*, 2006).

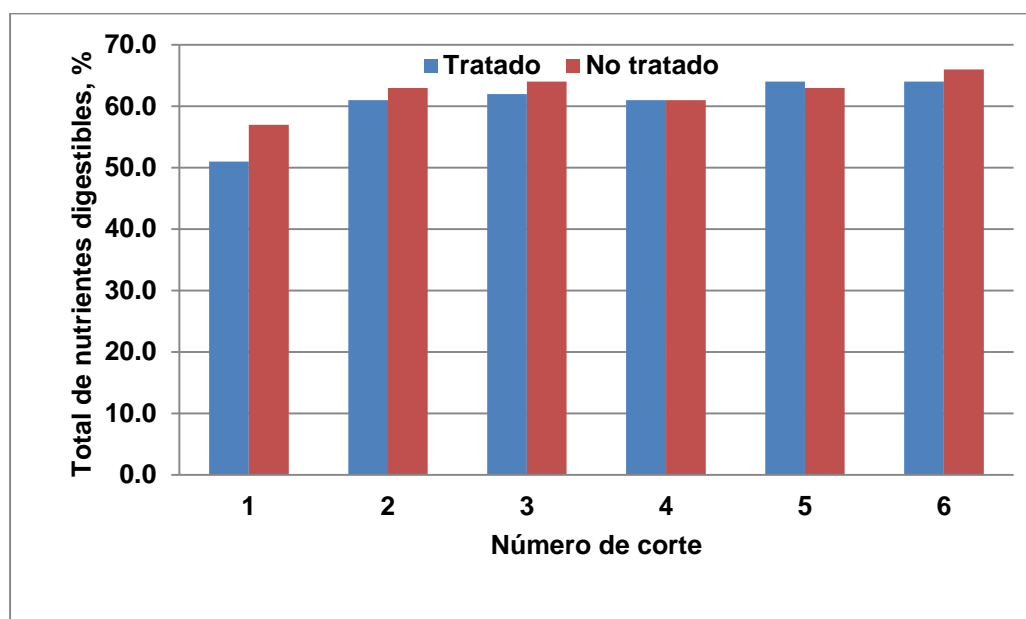


Figura 8. Evaluación del rendimiento de Total de Nutrientes Digestibles (TND, %) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

#### 4.1.6 Energía neta para lactancia (Mcal/Kg)

El valor nutritivo de un alimento 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<sup>-1</sup>, buenos de 1.3-1.5 Mcal kg<sup>-1</sup>, regulares de 1.1-1.3 Mcal kg<sup>-1</sup> y malos o pobres con valores menores de 1.1 Mcal kg<sup>-1</sup> (Nuñez *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos para este nutriente muestran que la aplicación de Acadian suelo no tuvo efecto sobre la ENL y no existieron diferencias significativas (NS) a ( $P < 0.05$ ) ya que la cantidad obtenida para el lote de alfalfa tratado fue de 1.43 % de

ENL, es decir, mientras que en el no tratado se obtuvo el 1.47 % CNF, como se muestra en el figura 9.

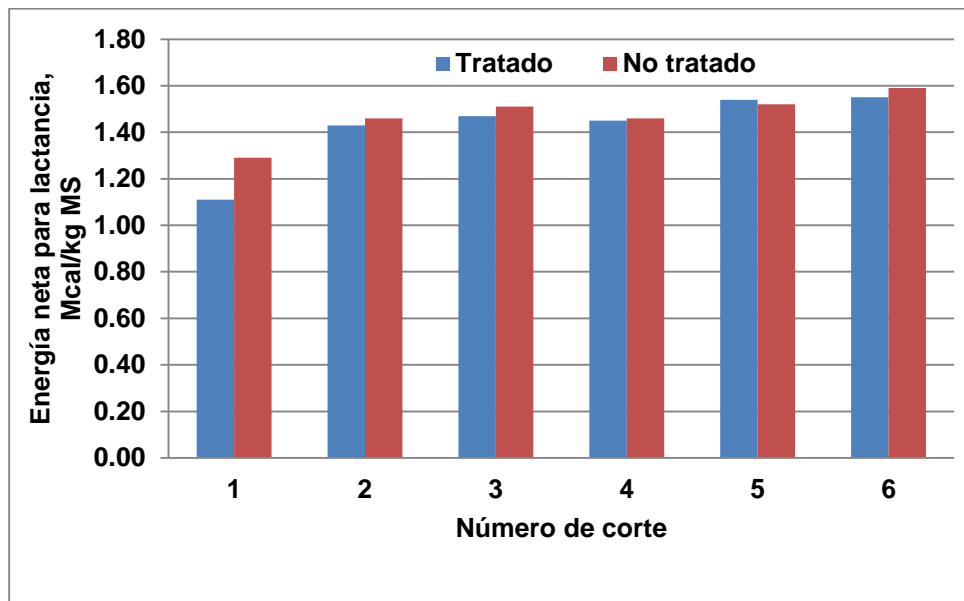


Figura 9. Evaluación del rendimiento de Energía Neta para Lactancia (ENL, Mcal/kg) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) de primer año tratado con Acadian suelo vs Testigo comercial en el ciclo verano- invierno en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

Aunque los estándares de referencia que se tienen de la calidad de la alfalfa forrajera para este compuesto, muestran que valores de ENL menores o igual a 1.1 se consideran como alfalfas de calidad nutricional pobre o mala, de acuerdo a los valores obtenidos se observó que no existió efecto de la aplicación de fertilizante orgánico líquido (Acadian suelo) sobre la calidad 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 Mcal kg<sup>-1</sup> reportados por Nuñez *et al* (2006).

La RNC (2001), sugiere que una vaca Holstein de 690 kg de peso vivo (PV) con una producción lechera de 25.0 kg requiere de 1.5 a 1.85 Mcal de ENL/ kg de MS 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 de 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.

## **5. CONCLUSION**

Se concluye que los cambios en la calidad nutritiva del forraje con la aplicación de FOL en alfalfa de primer año no fueron detectados y se considera que los valores obtenidos por el lote tratado con FOL observaron tendencias más sobresalientes, que los del lote no tratado. Se hace necesario mantener la evaluación los productos FOL, con otras variables y realizar el análisis económico, para poder establecer un panorama concluyente sobre la aplicación de estos fertilizantes orgánicos líquidos.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**Agrosíntesis. 2015.** Acadian Seaplants Limited, ahora presente en el agro mexicano.

En línea: <http://agrosintesis.com/noticias/471-acadian-seaplants-limited-ahora-presente-en-el-agro-mexicano>.

**ASL (Acadian Seaplants Limited).** 2015a. Productos para plantas de origen de algas marinas. <http://www.acadianseaplants.com/es/plants>.

**ASL (Acadian Seaplants Limited).** 2015b. Productos para plantas de origen de algas marinas. Absorción de nutrientes y rendimiento y calidad. En línea. <http://www.acadianseaplants.com/es/plants/direct-plant-applications>

**Ball,D.M.,M. Collins,G.D. Lacefield,N.P.Martin,D.A.Mertens, K.E.Olson,D.H. Putnam, D.J.Undersander, and M.W.Wolf.** 2001.Understanding Forage Quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL

**Canbolat O,** Kamalak A, Ozkan C O, Erol A, Sahin M, Karakas E and Ozkose E 2006: Prediction of relative feed value of alfalfa hays harvested at different maturity stages using *in vitro* gas production. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18, Article #27. Retrieved May 10, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/2/canb18027.htm>

**Colaizzi, P. D.,** A. D. Schneider, S. R. Evett, and T. A. Howell. 2004. Comparison of SDI, LEPA, and spray irrigation performance for grain sorghum. *Trans. ASAE* 47(5): 1477- 1492.

**Financiera Nacional** de Desarrollo. 2014. Panorama de la Alfalfa. SHCP. Dirección General Adjunta de Planeación estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información. En Línea: <http://www.financierarural.gob.mx/informacion>

[sectorrural/ panoramas/Panorama%20Alfalfa%20\(abr%202014\).pdf](#)

**Fuerst, E.** Patrick Richard T. Koenig, John Kugler, Kathleen Painter, Mark Stannard, Jessica Goldberger. Sin fecha. Organic Alfalfa Management Guide. Washington State University Extension. Eb2039e. En línea: <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/EB2039E/EB2039E.pdf> p 1-13

**García, E.** 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F. 217 p.

**Hancock D. W.** 2011. Using Relative Forage Quality to Categorize Hay Using Relative Forage Quality to Categorize Hay. The University of Georgia. Cooperative Extension. College of Agricultural and Environmental Sciences. CSS-F048. p 1-6

**Herrera S. R.** 1999. La importancia de la calidad en los maíces y sorgos seleccionados para forraje y su efecto en la producción y costos de los alimentos. 5° ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo. Gómez Palacio, Dgo. México.

**Lester G. E,** Jifon J. L, Makus D J. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumismelo*L.) case study. PlantSoil 335:117–131.

**López O. 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

**Moore, J. E.** and D. J. Undersander, 2002. Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. p. 16-31 In: Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium, January 10-11, University of Florida, Gainesville.

- Morozzi, D.G.**, G. Debortoli D., M. Méndez., y H. Currie. 2005. Determinación de algunos indicadores de rendimiento en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de riego. *In*: Memoria Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Republica Argentina.  
<http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/index.htm> (Consulta: septiembre de 2011).
- National Research Council.** 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Núñez H. G**, Contreras G.E .F, Faz C.R. 2003. Características agronómicas y químicas importantes en híbridos de maíz para forraje con alto valor energético. *Téc Pecu Méx* 2003;41(1):37-48.
- Núñez H, 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.
- Núñez H. G.**, Ochoa M.E Sánchez D.J. 2011. El uso de nuevos análisis de la calidad nutricional (almidón y digestibilidad de la fibra) permiten un mejor selección de híbridos de maíz forrajero en la Región Lagunera. INIFAP. PIAL. SAGARPA. Fundación Produce Coahuila y Durango A.C.
- Olague R. J.**, J. A. Montemayor-Trejo, S. R. Bravo-Sánchez, M. Fortis-Hernández, R. A. Aldaco-Nuncio, E. Ruiz-Cerda. 2006. Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial. *Tec Pecu Méx* 2006;44(3):351-357

- Oramas C.**, Vivas N. 2007. Evaluación de dos híbridos y una variedad de maíz (*Zea mays*) en monocultivo y en asociación con frijol (*Phaseolus vulgaris*), 43 para ensilaje. Revista De La Facultad De Ciencias Agropecuarias Universidad Del Cauca (Colombia). 5(1):28-35.
- Orloff, S. B.** and D. H. Putnam. 2007. Irrigated Alfalfa Management for Mediterranean and Desert Zones. Harvest Strategies for Alfalfa. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 8299.
- Redfearn D.**, H. Zhang and J. Caddel. Sin fecha. Forage Quality Interpretations. Oklahoma Cooperative Extension Service. Publication No. PSS-2117. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University. En Línea: [http://pss.okstate.edu/publications/publications-master-list/copy\\_of\\_publications/forages/PSS-2117web.pdf](http://pss.okstate.edu/publications/publications-master-list/copy_of_publications/forages/PSS-2117web.pdf). p1-4
- Rohweder, D.**, R. Barnes, and N. Jorgensen. 1978. Proposed Hay Grading Standards Based on Laboratory Analyses for Evaluating Quality<sup>1</sup>. J. Anim. Sci. 47:747-759. doi:10.2134/jas1978.473747x.
- Romero, L.** 2004. Silaje de maíz. (On line). Guillermo Bavera. [http://produccionbovina.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_ensilajes/05-silaje\\_maiz.htm](http://produccionbovina.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_ensilajes/05-silaje_maiz.htm) (10 Agos. 2008)
- SIAP. 2011.** 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. 2013.** 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>.

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

**Undersander** D.J., and M. W. Wolf. 2001. Understanding Forage Quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL p 4-5

**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.