

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



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

POR

PEDRO LARA PÉREZ

TESIS

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

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

POR

PEDRO LARA PÉREZ

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 CANTU BRITO

VOCAL:

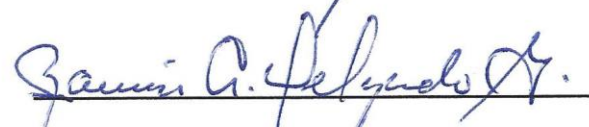

I.Z. HECTOR MANUEL ESTRADA FLORES

VOCAL:


MVZ. CUAUHTEMOC FELIX ZORRILLA

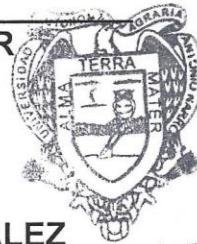
VOCAL SUPLENTE:


MVZ. ROMAN DUARTE SALAZAR


MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

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

POR

PEDRO LARA PÉREZ

TESIS


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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO


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



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2016

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Pedro Lara Ramírez y María Elena Pérez Sánchez, por apoyarme durante todo el tiempo que estuve de estudiante, y poder convertirme en una profesionalista.

A mis hermanos, Cristina Lizeth Lara Pérez y Laura Elena Laura Pérez, por ser parte de mi formación y el apoyo incondicional.

A mi Alma Mater, por los conocimientos adquiridos y 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 de investigación para realizar mi tesis.

A todos los maestros del Departamento de Ciencias Médico Veterinarias por sus sabios consejos y conocimientos

A mis familiares y amigos

DEDICATORIAS

A mis padres, Pedro Lara Ramírez y María Elena Pérez Sánchez, por siempre estar a pendiente de mi formación académica

A mis hermanos, Cristina Lizeth Lara Pérez y Laura Elena Laura Pérez, por permitir la convivencia y soporte necesario para salir adelante

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

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.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto sobre el rendimiento de la alfalfa (*Medicago sativa*) de la fertilización orgánica líquida (Acadian Suelo=AS) 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. Se empleo un diseño experimental en bloques al azar con dos tratamientos (T₁= Lote con aplicación del producto Acadian y T₂= Testigo productor) con 10 repeticiones y seis cortes. La alfalfa se estableció en diciembre de 2014 y el primer corte para evaluación se realizó en julio. Las variables a evaluar fueron; altura (cm) y rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS) t ha⁻¹.

Los resultados muestran que la aplicación de AS provocaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos a las variable altura de la planta y altamente significativas ($P < 0.002$), para la producción de forraje tanto en verde como en seco. La variable altura reportó una diferencia mínima significativa de 6.716, siendo el promedio de la altura (cm) del lote tratado de 51.0 ± 8.43 y del no tratado de 45.0 ± 9.15 cm. El rendimiento promedio por corte de MV del lote tratado obtuvo T₁= $13,665 \pm 1157.65$ kg ha⁻¹ mientras que en el lote testigo fue de T₂= $11,170 \pm 1157.6$. En MS el lote tratado obtuvo un rendimiento promedio por corte de T₁= $16,825 \pm 300.13$ kg ha⁻¹ mientras que en el lote testigo fue de T₂= $13,953 \pm 300.13$ es decir, una diferencia de 2,872 kg de forraje seco. El rendimiento del forraje cosechado en general fue mayor con la aplicación (AS) ya que existió un efecto que favoreció el aumento del rendimiento de forraje de la alfalfa.

Palabras clave: Alfalfa, fertilización orgánica, rendimiento y altura

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Importancia de alfalfa	4
2.2 Fertilización orgánica en cultivos con algas marinas	8
2.3 Fertilización orgánica en alfalfa	12
2.4 Rendimiento de materia seca en alfalfa	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Localización	23
3.2 Materiales	24
3.3 Métodos	25
3.3.1 Aplicación del producto en campo	25
3.3.2 Croquis del terreno	27
3.3.3 Calendarios de riegos cortes	27
3.4. Tratamientos	28
3.4.1 Variables a evaluar	29
3.4.2 Rebrote de las plantas	29
3.4.3 Altura de las plantas	30
3.4.4 Rendimiento del cultivo (RC).	31
3.5 Diseño experimental	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1 Rebrote de las plantas (RP)	34
4.2 Altura de las plantas (AP)	36
4.3 Rendimiento del cultivo (RC)	39
4.3.1 Rendimiento de Materia Verde (MV)	39
4.3.2 Rendimiento de Materia Seca (MS)	42
5. CONCLUSIÓN	49
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1	17
Cuadro 2	18
Cuadro 3	19
Cuadro 4	21
Cuadro 5	22
Cuadro 6	27
Cuadro 7	34
Cuadro 8	37
Cuadro 9	39

	tratada con Acadian suelo vs Testigo comercial en alfalfa de primer año en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	
Cuadro 10	Rendimiento de materia seca (Kg/ha) de forraje de alfalfa tratada con Acadian suelo vs Testigo comercial en alfalfa de primer año en la Comarca Lagunera, en el año 2015.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Porción de la corona de la raíz de la alfalfa y sus puntos de crecimiento después del corte (rebrote) (Tomado de: Sheaffer, University of Minnesota, 1990).	7
Figura 2	Localización del lote de terreno de 52 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solis, utilizado para la evaluación de Acadian Suelo en alfalfas de primer año en el año 2015.	24
Figura 3	Dilución del producto Acadian suelo antes de la aplicación al momento del riego.	26
Figura 4	Preparación del producto en una cubeta de 20 lts para aplicación en cada tabla.	26
Figura 5	Aplicación del producto en la salida de la válvula de agua para mejor distribución del producto.	26
Figura 6	Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto	26
Figura 7	Extracción de la planta de alfalfa para el conteo de rebrotes en los lotes en el campo.	29
Figura 8	Conteo del número de rebrotes en el cultivo de la alfalfa antes de cada riego.	29
Figura 9	Método utilizado para evaluar la altura de las plantas de alfalfa.	30
Figura 10	Medición de la altura de la alfalfa con cinta métrica.	30
Figura 11	Método del cuadrante utilizado para evaluar el rendimiento de la alfalfa.	31
Figura 12	Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia verde, por unidad de superficie.	31
Figura 13	Colocación de las muestras en la estufa a 72 C° durante 24 horas para el secado de las muestras.	32
Figura 14	Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia seca, para posteriormente convertir a kg por hectárea.	32
Figura 15	Evaluación del rebrote de las plantas (RP) del cultivo de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) tratado	35

	con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.	
Figura 16	Resultados de la evaluación de altura de las plantas (AP) del cultivo de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfa de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.	38
Figura 17	Resultados de la evaluación de materia verde (MV) (Ton/ha) del cultivo de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.	40
Figura 18	Rendimiento acumulado de seis cortes de materia verde (kg MV ha ⁻¹) del cultivo de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.	41
Figura 19	Rendimiento de materia seca (MS) (Kg/ha) del cultivo de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015 en la Comarca Lagunera.	44
Figura 20	Rendimiento acumulado de materia seca (kg MS ha ⁻¹) del cultivo de la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015	46

1. INTRODUCCIÓN

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 millones de toneladas de forraje (SIAP-2011), y la Comarca Lagunera con 42,000 ha. 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).

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 la producción de alfalfa como forraje para la creciente población de bovinos lecheros que se sitúa entre las 231,713 en 2010 a 421,000 cabezas en 2014 (SIAP, 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

de proteína cruda 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.

El sistema de producción intensivo de forrajes en la Laguna, se enfrenta con la problemática debido a la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes químicos, que con el paso de los años, ha ocasionado impactos negativos al ambiente y a los suelos, razón por la cual muchos de los productores están modificando sus prácticas actuales de fertilización química sustituyéndola por fuentes alternativas de fertilizantes orgánicos, que han demostrado mantener la productividad de los cultivos, sin el impacto negativo hacia al ambiente.

Una de esas alternativas lo representa, la utilización de fertilizantes orgánicos líquidos de origen marino como el Acadian suelo, el cual ya está disponible en el mercado y que se hace necesario evaluar en el cultivo de la alfalfa, para observar su efecto sobre el rendimiento tanto en verde como en seco en la Comarca Lagunera.

Objetivo

Evaluar el efecto sobre altura (cm), rendimiento de materia verde (Ton/ha) y de materia seca (Ton/ha) de la alfalfa (*Medicago sativa*) de la fertilización Acadian Suelo a diferencia de la química en alfalfa de primer año en la Comarca Lagunera.

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de la fertilización Acadian Suelo, sobre el rendimiento de la materia verde de alfalfa (Ton ha⁻¹).
2. Determinar el efecto de la fertilización Acadian Suelo, sobre el rendimiento de la materia seca de alfalfa (Ton ha⁻¹).
3. Determinar la altura de las plantas en alfalfa (cm), a través del año.
- 4.- Determinar el rebrote de las plantas de alfalfa (No. de rebrotes)

Hipótesis

El rendimiento y la altura de la alfalfa varían de acuerdo al nivel de fertilización, aumentando con la fertilización Acadian Suelo contra la fertilización comercial.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia de la alfalfa

El cultivo de leguminosas como la Alfalfa (*Medicago sativa* L.) ha sido desde hace mucho tiempo reconocidos y valorados como "constructoras del suelo". Este cultivo tiene la capacidad de acumular significativamente más nitrógeno que otras leguminosas a través de su profundo sistema de enraizamiento y fijación de nitrógeno atmosférico (N₂) de 40 a 80% del total de nitrógeno de la planta a través de la fijación biológica del nitrógeno (Jarvis, 2005). Biederbec et al., (2005) encontraron que alfalfa puede asimilar hasta un 80% de la planta N₂ del ambiente y fijar hasta 299.3 kg/ha N simbióticamente (Vasileva y Kostov, 2015).

La alfalfa es una de las especies de leguminosas forrajeras más importantes en el mundo y considerado como el cultivo con mayor contribución al logro de una agricultura sostenible (Kertikova, 2008). Este cultivo es importante para la formación de una mayor fertilidad del suelo en los cuales se cultiva. Esto ocurre, porque cada vez después del corte, cuando las plantas se cortan una correspondiente cantidad de sistema radicular muere detrás y así proporcionan al suelo materia orgánica que puede ser inmediatamente degradada por microorganismos del suelo. A medida que las plantas se recuperan del corte y rebrotan el sistema radicular tiende hacerse más profundo, alcanzando hasta 50 m de profundidad (Vasileva y Kostov, 2015).

Un componente importante de la agricultura sustentable es mantener la productividad y mejorar la calidad del suelo. Se ha incrementado la atención en desarrollar sistemas de nutrición de la planta que mantengan y mejoren la productividad

del suelo a través de una utilización equilibrada de fertilizantes tanto minerales químicos como combinando con otras fuentes orgánicas de nutrientes para las plantas, incluyendo la fijación del nitrógeno biológico (Singh et al, 2012; Dwivedi, 2014). La producción agrícola se convierte de forma imprescindible la base de la sustentabilidad para establecer relaciones entre la productividad de los cultivos, el uso de nutrientes por las plantas y las características del suelo.

La incorporación del uso de fuentes orgánicas de sustancias nutritivas no sólo suministra sustancias nutritivas esenciales, sino también tienen alguna interacción positiva con los fertilizantes químicos para aumentar su eficacia y así mejorar la estructura de suelo (Elfstrand et al., 2007). El empleo integrado de fertilizantes químicos y orgánicos, puede ser una buena aproximación para el establecimiento de una producción sostenible de cosechas de forrajes. El empleo integrado de materiales orgánicos y fertilizantes químicos es beneficioso en el incremento de la producción de cosecha, mejora el pH de suelo, carbón orgánico y hace disponibles el N P y K en suelos de textura arenosa (Rautaray et al., 2003; Mohsin, et al., 2012).

Antes del auge y advenimiento del uso de fertilizantes químicos, la mayoría de los agricultores confiaban en la aplicación de la materia orgánica como la fuente exclusiva de nutrientes para promover la salud y la productividad del suelo. Más tarde, cuando comenzó la era de los fertilizantes químicos, los agricultores dejaron de utilizar la materia orgánica porque los fertilizantes químicos eran un sustituto eficaz como una fuente rápida de suministrar sustancias nutritivas. Sin embargo, los fertilizantes inorgánicos aumentaron considerablemente la producción de las cosechas, pero, por otra parte, su

empleo casual y continuo tuvo impactos negativos a la estructura de suelo y efectos adversos sobre la contaminación en aguas subterráneas (Sagardoy, 1993; Mohsin, et al., 2012)

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 del 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.

Un punto sumamente importante que afecta el rendimiento de la alfalfa lo representa la producción de yemas de nuevos rebrotes después del corte. La etapa de desarrollo de la planta es generalmente un estado de reserva de energía y un predictor confiable de cuando las plantas deben ser cosechadas. Sin embargo, cuando el clima es extremadamente muy fresco y nublado durante un período prolongado el rebrote se retrasa al igual que la floración, pero las reservas de energía de CHOs continúan aumentando. En estas condiciones, que a menudo ocurren en mayo, el desarrollo de nuevos rebrotes en la corona indica que es el momento de corte (Figura 1). (Undersander, 2011).

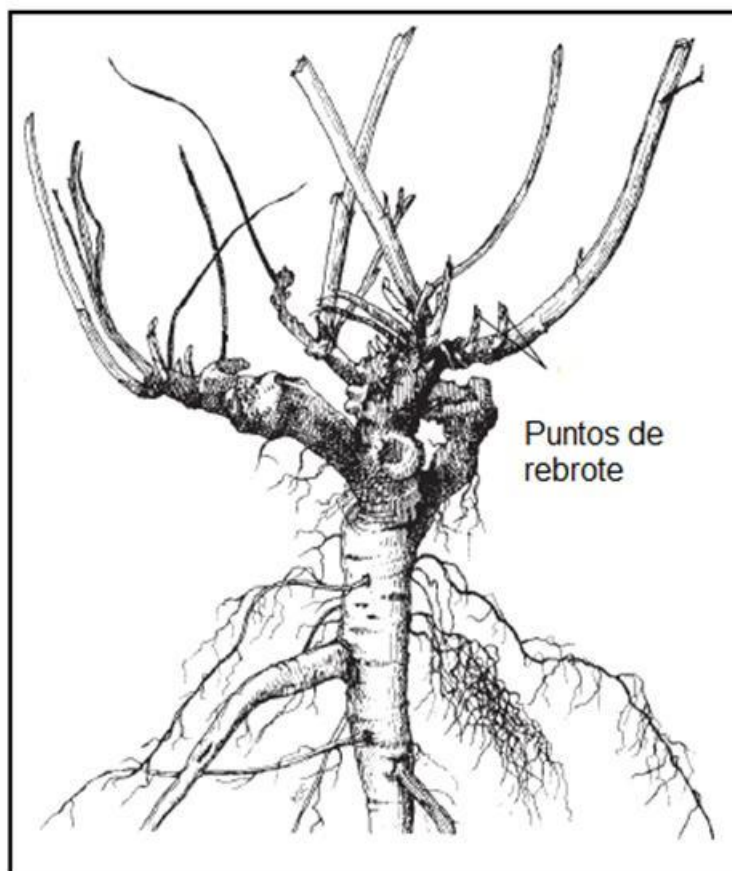


Figura 1. Porción de la corona de la raíz de la alfalfa y sus puntos de crecimiento después del corte (rebrote) (Tomado de: Sheaffer, University of Minnesota, 1990).

Un retraso de la cosecha después de que en la corona los nuevos brotes empiezan a crecer, puede producir un retraso del rebrote y reducir el rendimiento de la próxima cosecha. Bajo condiciones normales de cultivo, especialmente durante el verano, el desarrollo de nuevos brotes en la corona pueden no ocurrir hasta obtener una plena floración o incluso después de la producción de la semilla. Por lo tanto, depender de la aparición de los rebrotes de la corona para comenzar a cosechar no es siempre recomendable. (Undersander, 2011).

Es imprudente confiar solo en el calendario de cortes para tomar la decisión de realizar el corte o la cosecha. Tanto la luz, temperatura y humedad varían de mes con mes y tienen un efecto directo sobre la maduración de la alfalfa. El método más consistente para determinar cuándo cosechar es el desarrollo fenológico de la planta, junto con una fecha aproximada de corte en un calendario, las variaciones estacionales del clima pueden alterar la relación entre el la etapa de desarrollo y las reservas de energía del cultivo (Undersander, 2011).

2.2 Fertilización orgánica en cultivos con algas marinas

La integración e incorporación de algas marinas con la comunidad del suelo, indudablemente es muy complejo y los beneficios dependen del tipo de cultivo y de las condiciones ambientales locales. La mayoría de los productos orgánicos de origen marino son extractos del *Ascophyllum nodosum*, cuyos usos en la agricultura han sido beneficiosos por la obtención de buenos rendimientos. Estos extractos actualmente ya han sido usados en una amplia gama de productos incluyendo aplicaciones en la agricultura y que han demostrado que estimulan a las plantas y como acondicionadores del suelo (Popescu, 2012).

Estas algas pueden ser aplicadas a través de aspersiones foliares y estimular el crecimiento de la planta, con mayor tolerancia en las heladas, sequías y sales, mayor actividad fotosintética y resistencia contra hongos, virus y bacterias, mejorando los rendimientos y productividad de muchos cultivos (Sharma et al., 2014).

El uso racional de productos de extractos naturales como una alternativa a algunos usos de fertilizantes químicos para incrementar la eficiencia de los cultivos es

una meta importante que permite asegurar el desarrollo sustentable del ambiente, además de influir sobre el crecimiento vegetativo expresado en la longitud y diámetro de los tallos así como el área foliar (Popescu y Popescu, 2014).

En resumen, los fertilizantes químicos proporcionan en un periodo muy corto rápidos beneficios, sin embargo, en el largo plazo ocasionan daño al suelo, al agua del suelo y nuestra salud, mientras que la fertilización orgánica proporcionan una liberación lenta de nutrientes para el suelo y las plantas, evitan la erosión y retienen la humedad del suelo, mejorando las condiciones del suelo, previenen enfermedades de las plantas, incrementan el contenido nutricional en las plantas y en general se obtienen grandes beneficios (Monroe Works, 2014).

Actualmente existen en el mercado una gran variedad de productos orgánicos de origen marino como los Sea minerals (SM), Ocean Solution (OS), Acadian Sea plants (AS), que han demostrado que su uso en el crecimiento de las plantas como fertilizante aportan una gran cantidad de beneficios, ya sea incrementando rendimientos, más nutrientes para la alimentación, mayor resistencia y tolerancia al estrés de las plantas, entre otros. Sin embargo, las utilidades y el valor costo-beneficio en la mayoría de los casos no ha sido significativo cuando se utilizan materiales y fertilizantes orgánicos (Mucheru-Muna et al., 2007).

Los productos anteriormente mencionados pueden ser aplicados al momento del riego, ya sea en forma de aspersión foliar, de sistema de riego o bien con dosificadores. Los fertilizantes líquidos son una buena opción cuando se hace necesario que los nutrientes estén disponibles rápido en las plantas, sin embargo, los fertilizantes orgánicos

generalmente deben ser digeridos por las bacterias antes de que las plantas las puedan aprovechar, sin embargo, hoy en día, existen fertilizantes orgánicos que aportan sus nutrientes de inmediato para las plantas y el suelo.

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).

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 marinas 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 usos de las algas marinas como fuentes de fertilizantes orgánicos de origen marino son muchos entre los que se incluyen; biofertilizante, abono verde, corrector de suelos ácidos por aplicación de macroalgas, compostas de macroalgas, harinas de macroalgas, bioestimulantes de extractos líquidos de macroalgas y como estructurador de suelos, por aplicación al suelo de microalgas vivas (Craigie, 2010).

Los extractos de algas en agricultura han empezado a tener impactos positivos a los suelos ya que causa un efecto bioestimulante, es 100% extracto de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), sin hormonas sintéticas, se puede aplicar muchas veces durante el ciclo y los ingredientes activos son extractos de *Ascophyllum nodosum* (Craigie, 2010), los cuales han sido utilizados para incrementar la productividad de la planta y la producción de alimentos en varias regiones del mundo a través de sus efectos benéficos cuando son aplicados a los suelos.

Los extractos de *Ascophyllum nodosum* son un producto completamente natural, un complejo de nutrientes esenciales, que tiene efectos sobre los reguladores de crecimiento, minerales esenciales más disponibles de absorberse dentro de las células, aportan macro y micro nutrientes que actúan como cofactores y catalizadores en los procesos fisiológicos, contienen aminoácidos, betainas, vitaminas, antioxidantes y polisacáridos (Popescu y Popescu, 2014).

Aplicaciones como bioestimulantes en agricultura tienen como acción principal la de activar o manifestar una respuesta similar a las fitohormonas naturales ejem. citoquininas, auxinas y además presentan evidencias anti-estrés y anti-enfermedad, ligado a la producción de enzimas defensoras (Popescu y Popescu, 2014).

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).

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, 2006).

2.3 Fertilización orgánica en alfalfa

El aumento de la demanda de forrajes más naturales hace de la alfalfa un cultivo atractivo para algunos productores de forrajes donde el aporte orgánico puede incrementar aproximadamente un 10% más sobre la cantidad de heno de alfalfa cultivados convencionalmente. Esta necesidad de alimentación orgánica es conducido principalmente por el aumento en la demanda de productos lácteos orgánicos, por lo que los productores de ganado lechero tienden a producir leche orgánica la cual debe ser alimentada alimentos orgánicos. Otros mercados que incluyen la demanda de alfalfa orgánica para la producción de carne de bovino y cordero y caballos de carreras. La

producción del cultivo alfalfa orgánica puede ser un gran reto en comparación con el heno de alfalfa producidos convencionalmente (WSDA, 2005).

Uno de los objetivos de los productores de alfalfa (*Medicago sativa* L) lo representa un alto rendimiento y calidad de forraje ya que estos factores afectan la rentabilidad de la producción de forraje (Lissbrant et al. 2009). Hay muchos factores externos que afectan a la producción de forraje de alfalfa como el clima, el suelo así como la aplicación de nuevas prácticas de manejo (Hakl et al 2014). Los sistemas intensivos de cultivos agrícolas requiere de grandes cantidades de nutrientes para las plantas (Lloveras et al., 2012) que resaltan la importancia del manejo de la fertilización adecuada. El impacto de la fertilización de alfalfa ha sido tradicionalmente enfocado en los efectos de las aplicaciones directas de fósforo (P) y potasio (K) en varias combinaciones (Berg et al. 2007, Macolino et al 2013). Sin embargo, la aplicación de nitrógeno (N) directa o a través de abonos orgánicos para el monocultivo se ha investigado raramente (Vasileva y Kostov 2015) debido al alto potencial que posee la alfalfa en la fijación de N_2 descrita por Carlsson y Huss-Danell (2003).

El estiércol es un recurso valioso y renovable que puede utilizarse como fertilizante en la producción de cultivos forrajeros. Sin embargo, en muchos casos se aplica a los cultivos como método de eliminación de residuos. Aplicaciones sin tomar en cuenta la absorción de nutrientes por las plantas puede llevar una carga de nutrientes al suelo y provocar una contaminación ambiental. La aplicación de estiércol en la alfalfa se recomienda muy porque la planta no necesita nitrógeno. La relación simbiótica de la alfalfa con bacterias *rhizobium* permite la fijación de nitrógeno de la atmósfera.

Las necesidades fosforo y potasio en alfalfa con estiércol pueden proporcionar nitrógeno que no es necesario y podrían ser conformando como una amenaza porque el exceso de nitrógeno puede filtrarse en las aguas subterráneas. Si las aguas superficiales se pueden proteger, cargas de nutrientes deben basarse en las necesidades de fósforo. Por otro lado, si el agua subterránea está relativamente protegida, las cantidades de nutrientes deben basarse en nitrógeno (Kiely, 1997).

La materia orgánica es utilizada para prevenir o mejorar los efectos del estrés negativo en las plantas y rendimiento de las cosecha (Hassanpanah, 2012). El estiércol proveniente de los establos lecheros ya sea en líquido (Slurry) o en material orgánico seco (estiércol) se han utilizado como abonos tradicionalmente por los productores de arroz desde antes de la era industrial (Parvanak and Chamheidar. 2014).

Actualmente con los altos rendimientos de producción de los cultivos, se hace necesario que tengan mayores necesidades de nutrientes, el uso de los fertilizantes inorgánicos ha aumentado considerablemente hacia la disminución en el uso de materiales orgánicos (Carter y Gregorich, 2006), sin embargo, el impacto de los fertilizantes de mayor uso en la producción de cultivos ha sido grande, pero con el creciente costo de la energía y de de los fertilizantes químicos representa para los productores una fuerte restricción importante para el incremento del uso de fertilizantes inorgánicos (Barker et al. 1985). El uso de materia orgánica para satisfacer las necesidades nutrientes de los cultivos sería una práctica inevitable en los años por venir, particularmente para todo tipo de agricultores por la contaminación de los recursos. Además, en lo que el punto de vista ecológico y medio ambiente concierne, mayor

investigación se ha realizado sobre el uso de fertilizantes orgánicos como fuente de nutrientes necesarios (Giller y Cadisch, 1995; Ayoub, 1999).

Resultados encontrados por Parvanak and Chamheidar, (2014) reportaron tendencias crecientes en el rendimiento de la planta de la primera a la tercera cosecha. La razón, puede ser debido a la materia orgánica existente en el estiércol de vaca. Porque mejoran las propiedades físicas del suelo y la materia orgánica eleva el intercambio catiónico del suelo, almacenamiento de la capacidad, conservación de agua del suelo y la acción de los microorganismos y a su vez conduce a la liberación de nutrientes más alta. Por lo tanto en los tratamientos donde se utilizó material orgánico, las plantas tuvieron un crecimiento mejorado y un mayor rendimiento.

El estiércol es un recurso valioso y renovable que puede utilizarse como fertilizante en la producción de cultivos. Sin embargo, en muchos casos se aplica a los cultivos como método de eliminación de residuos. La aplicación sin tomar en cuenta la absorción de los nutrientes por la planta, puede contribuir a proporcionar nutrientes al suelo y la contaminación ambiental. La aplicación de estiércol en la alfalfa raramente se recomienda porque la planta no necesita nitrógeno. La relación simbiótica con bacterias del genero *Rhizobium*, la alfalfa permite la fijación de nitrógeno de la atmósfera. Las necesidades de fósforo y potasio en la alfalfa con estiércol pueden ser satisfechas pero al mismo tiempo proporciona nitrógeno que no es necesario y que podría ser interpretado como una amenaza porque el exceso de nitrógeno puede filtrarse hacia las aguas subterráneas (Parvanak and Chamheidar, 2014).

Estos mismos investigadores reportaron un incremento significativo del rendimiento de alfalfa con la aplicación de estiércol de vaca al ($P \leq 0.05$) y reportaron que en el segundo y tercer año se incremento aún más el rendimiento, con una dosis de 100 ton/ de estiércol por hectárea (Parvanak and Chamheidar, 2014).

El aumento del contenido de ácidos húmicos después de la fertilización mineral en nuestro estudio varió de 27.8 a 50.0% y después de la aplicación de estiércol de 50.0 a 172.2%. El mayor porcentaje de aumento fue con aplicaciones de dosis de 140 kg/ha para ambas, tanto de minerales como de estiércol (Vasileva y Kostov, 2015).

El rendimiento de materia seca de la alfalfa fertilizada con estiércol fue más alta de 9.5% a 15.9% comparada con la MS obtenida de alfalfa, abonada con fertilizante químico. El índice de rendimiento sostenible mostró que el cultivo de alfalfa era más estable bajo fertilización orgánica comparada con la mineral. La alfalfa acumulo de 4,017 a 6,027 kg/ha de masa seca de raíces por un período de 4 años de crecimiento. Existió una masa adicional de 614 a 1,371 kg/ha raíz con aplicación de estiércol. La cantidad de 962 kg/ha a 1,077 kg/ha fue encontrada para el nitrógeno en el rendimiento del peso de materia seca de la raíz con fertilización mineral y de 1,141 a 1,475 kg/ha con fertilización con fertilizantes orgánicos como el estiércol (Vasileva y Kostov, 2015).

En otro estudio realizado por Hakl et al., (2016), reportaron en un estudio de 8 años el impacto de los diferentes tipos de fertilización orgánica sobre el rendimiento de alfalfa con 3 tratamientos el control, una mezcla de orgánicos y con estiércol, encontraron en el primer corte 3.77, 3.93 y 4.06 t/ha y en el segundo corte 3.96, 4.27 y 4.26 t/ha, existiendo diferencias significativas entre los tres tratamientos a una ($P \leq 0.05$).

Basso y Ritchie (2005), en un estudio realizado a más largo plazo durante seis años de aplicación de diferentes tratamientos de compost, estiércol y control, en alfalfa con promedio de 678 mm lluvia al año, encontraron rendimientos de entre 1,046 kg ha⁻¹ en el menor rendimiento y de 10,061 kg ha⁻¹ en el mejor rendimiento tal y como se muestra en el cuadro uno.

Cuadro 1. Efecto de diversos tratamientos de fertilización sobre el rendimiento de alfalfa (kg ha⁻¹) durante seis años de experimento desde 1994-1999, Basso y Ritchie (2005).

Tratamiento	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Rendimiento de alfalfa (kg ha ⁻¹)						
Lys 1-control	1458	8412	7878	1404	8459	8803
Lys 2-control	1492	9350	9659	1472	8651	8285
Lys 3-composta	1385	8459	10061	1142	8350	8934
Lys 4-Estiércol	1064	8381	9232	1093	8412	8876

Los resultados este estudio proporcionan datos consistentes a lo largo de los años y la rotación de los cultivos maíz-alfalfa y consideran lo que a pesar de que la aplicación de estiércol pueden ser beneficiosos para el suelo por el aumento de la materia orgánica, se sugiere poner la atención al impacto ambiental que el N orgánico excedente porque puede tener impacto sobre la lixiviación de NO₃-N ya que no proporciona más beneficios en el aumento del rendimiento (Basso y Ritchie (2005)).

2.4. Rendimiento de materia seca en alfalfa

Existen muchos factores que afectan el rendimiento y calidad de la alfalfa producida y uno de ellos lo representa el intervalo entre cortes, el cual es un factor que es controlable por el productor, en el cuadro 2, se puede observar el efecto del intervalo de días entre cortes sobre el número de cortes por año, rendimiento, y calidad de la alfalfa (Orloff y Putnam, 2007).

Cuadro 2. Efecto de diferentes frecuencias de corte de alfalfa en un promedio de tres años sobre la calidad y rendimiento en Central Valley en Davis, California (Orloff y Putnam, 2007).

Madurez a la cosecha	Intervalo entre cortes (días)	Cosechas por año	Rendimiento (Ton MS ha ⁻¹)	TND (%)	Proteína cruda (%)	No de hojas
Pre-botón	21	9-10	15.0	56.3	29.1	58
½ botón	25	8-9	17.6	54.2	25.2	56
10% de floración	29	7	19.8	52.4	21.3	53
50% de floración	33	6-7	22.8	52.0	18.0	50
100% de floración	37	5-6	23.2	50.1	16.9	47

En la Comarca Lagunera Quiroga (1986), en ese entonces reportaba en un estudio sobre evaluación de alfalfa, un rendimiento dependiendo del estado de madurez al corte de 2.6 hasta 3.8 ton ha⁻¹ por corte y un total de 21- a 24 ton ha⁻¹ y un porcentaje de proteína cruda de entre 21.2 y 29.7 tal y como se puede observar en el cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento de Forraje seco contenido de proteína y materia seca digestible promedio por corte de alfalfa a diferentes estados de madurez estado de madurez (Quiroga, 1986).

Estudios realizado por Urbano y Dávila (2003), obtuvieron rendimientos de materia seca promedio para cada variedad en los tres años de estudio. La media general fue de 17,080.4 kg MS/ha año, siendo las de mayor rendimiento con 18,610.6 y 18,321.3 kg

Estado de madurez	Forraje Seco (ton/ha)			PC (%)			MSD (%)		
	Total	Hoja	Tallo	Total	Hoja	Tallo	Total	Hoja	Tallo
Botón	2.6	1.4	1.2	24.0	29.7	17.0	76.8	84.2	68.0
Inicio de floración	2.9	1.5	1.4	22.4	22.4	17.1	75.6	83.2	66.4
Plena floración	3.8	1.9	1.9	21.2	21.2	15.8	75.5	84.0	66.0

MS/ha año respectivamente y los menores valores se obtuvieron con Alfa-100 (15,412.0 kg MS/ha año) y Alfa-50 (16,021.3 kg MS/ha año). Según el análisis de varianza solo se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las variedades de alfalfa para el primer año de estudio, mientras que para el segundo y tercer año las producciones fueron similares. De acuerdo a la prueba de Duncan, en el primer año se encontró que el grupo WL-516 hasta WL- 514 fueron las de mayor rendimiento, con valores de 20,342 y 14,973 kg MS/ha año, mientras que las menos productivas fueron AS-13 y WL-318 con 13,912 y 13,732 kg MS/ha año, respectivamente.

Estudios sobre la altura de la alfalfa Urbano y Dávila (2003) encontraron según el análisis de varianza se detectaron diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las distintas

variedades en los tres años bajo estudio. De acuerdo a la prueba de Medias de Rangos Múltiples de Duncan, para el primer año se obtuvieron tres grupos, donde la mayor altura la presentó la variedad WL-516 con 77,8 cm y las menores fueron los cultivares WL-7 Special y AS-13 con valores de 65,1 cm. En el segundo año se encontraron tres grupos, donde se mantuvieron WL-516 con la máxima altura, mientras que WL-514 y WL-7 Special presentaron los valores más bajos. Para el último año, se observa que las mayores alturas, las tuvieron las variedades WL-516, Alfa-50 y Peluda Peruana con resultados que oscilaron entre 65,2 - 61,3 cm y la variedad Euver presentaron el menor valor con 49,3 cm.

Terrazas et al., (2012), realizaron un estudio para evaluar 11 variedades de alfalfa en tres años de 2007-2009 en donde reportaron un rendimiento promedio de forraje seco ton ha^{-1} reportando un rango máximo de 31,832 y un rendimiento mínimo de 27,538 Ton ha^{-1} tal y como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Rendimiento de forraje ton/ha y producción de leche por hectárea promedio de tres años (2007-2009) de materiales de alfalfa predio Trincheras, DELMAR, S.A. Saucillo, Chihuahua, México (Terrazas et al., 2012).

Material	Rendimiento forraje MS t/ha	Rendimiento relativo %
----------	--------------------------------	------------------------

Excelente 9HQML	31.832	115.59
El Camino 999ML	31.243	113.45
Belleza Verde	30.857	112.05
Excelente Plus	30.720	111.55
P58N57	30.681	111.41
RG57901	29.910	108.61
P59N49	29.831	108.32
Ojo Caliente	29.575	107.39
Río Conchos	29.013	105.35
El Camino 888	28.377	103.04
El Camino 1010	27.538	100.00

Por otro lado, en cuento a la producción de leche por hectárea en ese mismo estudio realizado por Terrazas et al., (2012), obtuvieron un una producción de leche por hectárea de un rango máximo de 38,898 y un rendimiento mínimo de 32,893 litros de leche por hectárea al año tal y como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Producción de leche por hectárea por año de materiales de alfalfa promedio de tres años (2007-2009) en el predio Trincheras, DELMAR, S.A, Saucillo, Chihuahua, México (Terrazas et al., 2012).

Material	Litros de leche por hectárea por año	Porcentaje relativo en relación a El Camino 1010
----------	--------------------------------------	--

Excelente 9HQML	38,898	118.2
El Camino 999ML	37,377	113.6
Belleza Verde	37,151	112.9
Excelente Plus	36,911	112.2
P58N57	36,417	110.7
RG57901	36,232	110.1
P59N49	35,913	109.1
Ojo Caliente	34,348	105.8
Río Conchos	34,432	104.6
El Camino 888	34,348	104.4
El Camino 1010	32,893	100.00

Por lo expresado en las premisas anteriores, se hace necesario evaluar el efecto de fertilizantes orgánicos líquidos en el cultivo de la alfalfa, bajo condiciones y prácticas de manejo (riegos y cortes) prevalecientes a nivel productor de sistemas de producción altamente tecnificados e intensivos, y especialmente documentar el impacto sobre el rendimiento tanto en verde como en seco de la alfalfa.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Región Lagunera cuenta con una extensión total de 4,788.750, en hectáreas, en las que se encuentran comprendidas las áreas montañosas, las agrícolas y pecuarias, así como las áreas urbanas y se localiza en la parte central de la porción norte de los Estados Unidos Mexicanos. Se encuentra ubicada entre los meridianos 102°22' y 104°47' W de G longitud Oeste, y los paralelos 24° 22' y 26° 23' latitud norte. La altura media sobre el nivel mar es de 1,139 metros y es parte de la región hidrológica N°. 36 se localiza en la mesa del norte de la república mexicana, abarca parte de los estados de Durango, Zacatecas y Coahuila, corresponde a las cuencas cerradas de los Ríos Nazas y Aguanaval (SAGARPA, 2009).

La superficie agrícola bajo la modalidad de riego representa el 3.62 por ciento de la extensión total, mientras que la superficie bajo la modalidad de temporal solo alcanza el 1.10 por ciento de dicha extensión. Cabe señalar que en la modalidad de riego se incluye tanto el riego por bombeo como de gravedad (CONAGUA, 2010).

3.1 Localización

Se seleccionó un lote de terreno localizado en el predio de la unidad de producción del Grupo Tricio Haro, en la pequeña propiedad conocida como las “Tablas de Frías”, aproximadamente a 2.5 km de la carretera entre el Ejido Granada hacia el Ejido Solís, contándose con un lote de terreno de 52 hectáreas, dicho lote dispone de un sistema de riego conocido como válvulas alfalferas, lo cual permite la irrigación en cuatro tablas,

partiendo de la válvula de salida del agua de 12 pulgadas de diámetro, asegurando el riego en una superficie aproximada de una hectárea (Figura 2).

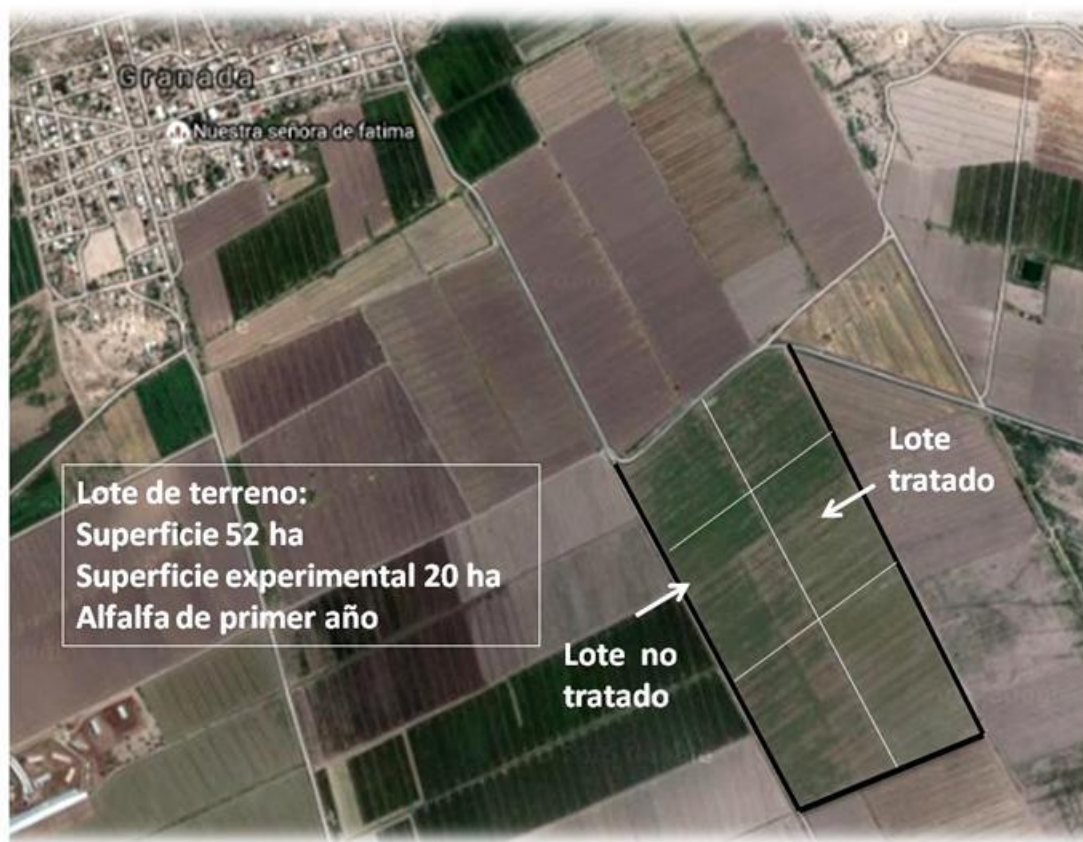


Figura 2. Localización del lote de terreno de 52 hectáreas a 2.5 km de la carretera Ejido Granada a Ejido Solis, utilizado para la evaluación de Acadian Suelo en alfalfas de primer año en el año 2015.

3.2 Materiales

El producto utilizado en esta investigación fue un compuesto a base de algas marinas como fertilizante, un complejo nutritivo para cultivos forrajeros en general el Acadian Suelo que es una formulación especialmente diseñada para aplicaciones foliares 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 establecida de primer año, sembrada en mes de diciembre de 2014, con una densidad de siembra de 30-35 kg/ha, de semilla peletizada de segundo corte para las condiciones comerciales de la Comarca lagunera de aproximadamente 52 ha.

3.3 Métodos

Se realizó un barbecho en un lote de terreno de aproximadamente 52 ha, en cuyo suelo nunca se había previamente establecido ningún cultivo, es decir era un eriazo, para preparar el terreno se barbecho, y 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 x 300 m) haciendo un total de 900 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 (figuras 3 y 4) 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, tal y como se muestra en las figuras 5 y 6, es importante 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.



Figura 3. Dilución del producto Acadian suelo antes de la aplicación al momento del riego.



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



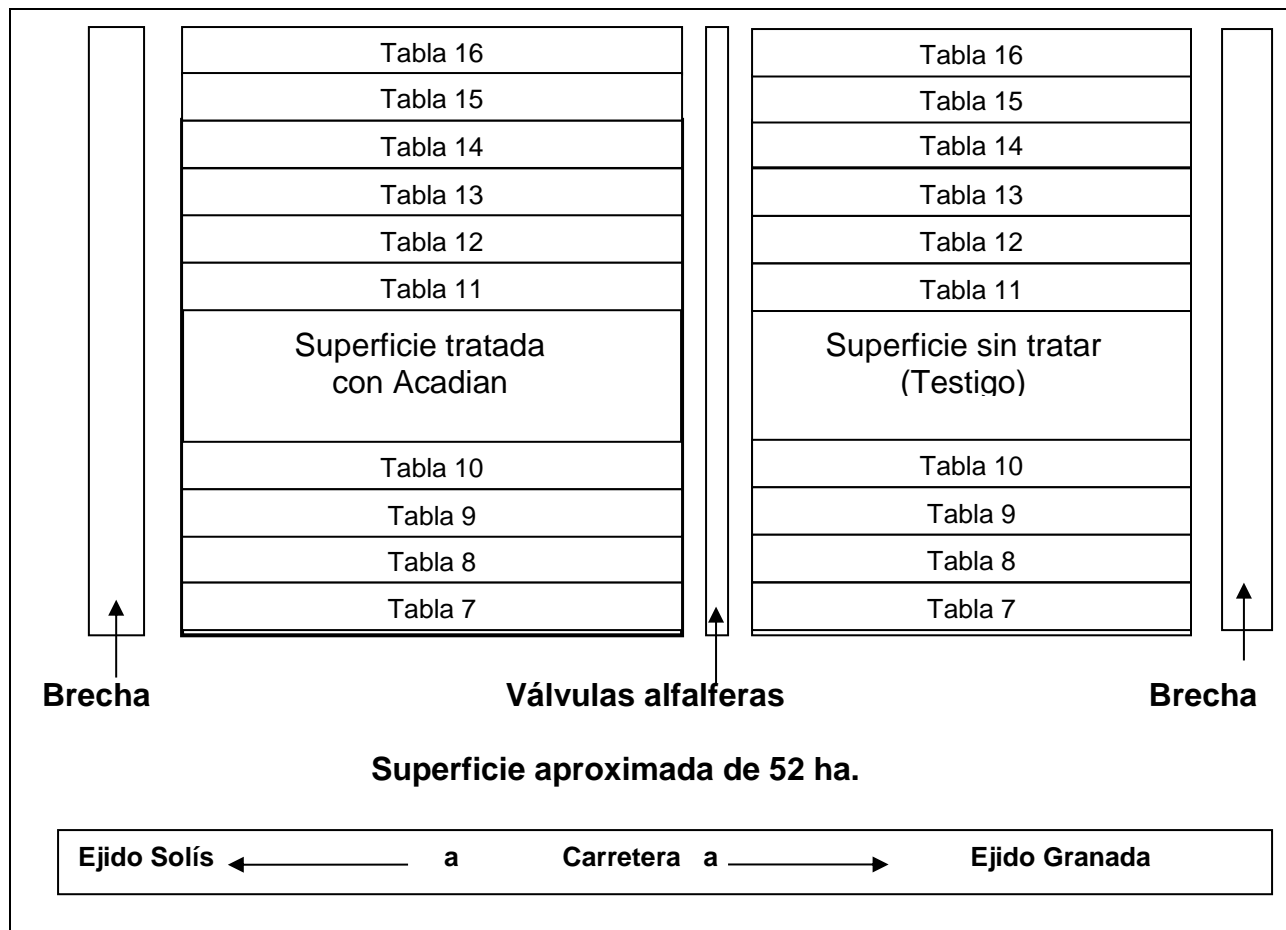
Figura 5. Aplicación del producto en la salida de la válvula de agua para mejor distribución del producto.



Figura 6. Aplicación del producto en la corriente de agua de la tabla para una mejor distribución del producto.

El producto de aplico desde la tabla 7 a la 16 en el centro de las 52 hectáreas con el objetivo de evitar los efectos de orilla, tanto en el lote tratado como en el lote testigo, como se muestra en el croquis del experimento

3.3.2 Croquis del terreno



3.3.3 Calendarios de riegos cortes

El calendario de riegos y cortes que se utilizó en el presente trabajo se muestra en el cuadro 6, basándose ambos al programa de riegos y de cortes realizado por el productor cooperante, como se puede observar, existieron etapas en que los riegos y

cortes, se prolongaron más de lo recomendado, en comparación con los calendarios de manejo de alta producción de alfalfa de acuerdo a lo sugerido en el paquete tecnológico.

Cuadro 6. 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

3.4 Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron dos:

T1= Aplicación de Acadian suelo a razón de una dosis de 1.0 lt/ha

T2= Lote testigo, utilizando la fertilización comercial del productor

3.4.1 Variables a evaluar

Las variables evaluadas en el presente estudio fueron tres:

1. Obtención del rendimiento en verde (Kgn/ha) después de cada corte (n=6)
2. Obtención de la producción de materia seca (kg/ha) (n=6)
3. Evaluación de características morfológicas (No. de brotes) antes de cada riego y (n=6)
4. Evaluación de la altura (cm), antes de cada corte (n=6).

3.4.2 Rebrote de las plantas. (RP) La evaluación del rebrote fue utilizando la técnica de contar los rebrotes de plantas al azar de cada uno de los lotes antes del momento de realizar el riego, ya que la altura de la planta permitió contar mejor los rebrotes tal y como se muestran en la figuras 7 y 8



Figura 7. Extracción de la planta de alfalfa para el conteo de rebrotes en los lotes en el campo.



Figura 8. Conteo del número de rebrotes en el cultivo de la alfalfa antes de cada riego.

3.4.3 Altura de las plantas. (AP) La altura de las planta fue medida a los antes de cada corte aproximadamente a los 28-35 días, dependiendo del corte del productor, con una cinta métrica (Máxima long. de 3 m), colocando la cinta métrica a ras del suelo y midiendo la altura máxima de las matas de alfalfa tomando como guía el desarrollo de la ultima hoja y flor del centro, tal y como se muestran en las figuras 9 y 10.



Figura 9. Método utilizado para evaluar la altura de las plantas de alfalfa.



Figura 10. Medición de la altura de la alfalfa con cinta métrica.

3.4.4 Rendimiento del cultivo (RC). El rendimiento de materia seca (MS) por hectárea (Kg ha^{-1}) se determinó a partir de la producción de forraje en verde (MV) y

el porcentaje de materia seca (MS) antes de cada corte, aproximadamente cada 28-34 días, o como se mencionó a corte de productor, con una humedad del 65-70% y una materia seca del 25 al 30%, el cual se obtuvo de muestras representativas de cada bloque y repetición, secadas a 100°C en una estufa en laboratorio. Para estimar el rendimiento de forraje se cortaron a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo 10 muestras por material de alfalfa de una superficie de 0.3216 m² y esta fue de forma rectangular, (Figuras 11 y 12) el forraje que se cosecho y se pesó en verde.



Figura 11. Método del cuadrante utilizado para evaluar el rendimiento de la alfalfa.



Figura 12. Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia verde, por unidad de superficie.

Para la obtención de la materia seca, se colocaron las muestras en una estufa a 72C° por 24 horas, para posteriormente volver a pesar en la báscula digital y obtener la producción de la materia seca 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, (Figuras 13 y 14). con la información del peso seco se determinó el rendimiento de forraje en base a materia seca por hectárea ($MS\ ha^{-1}$) en los materiales de alfalfa y se calcularon por corte; 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.

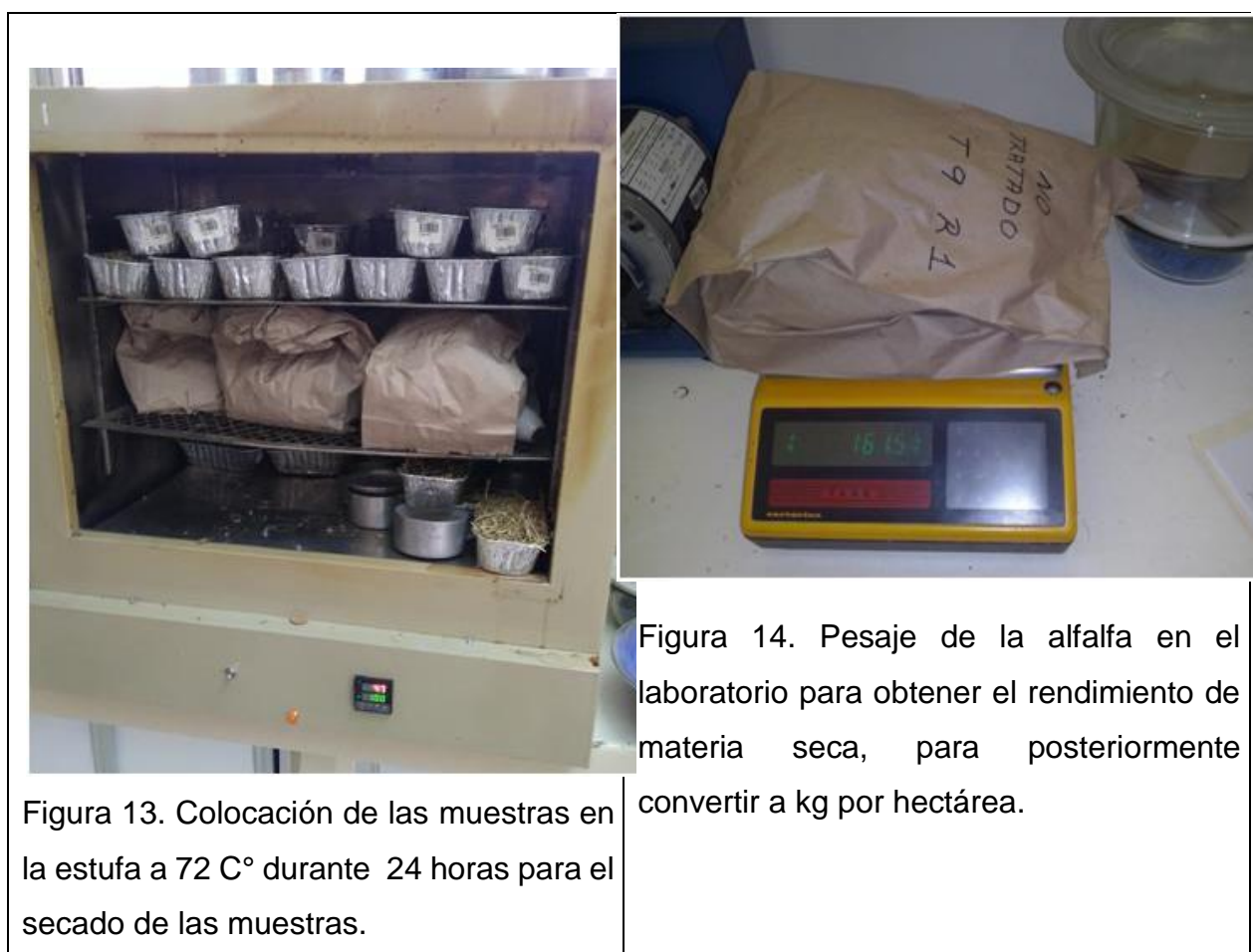


Figura 13. Colocación de las muestras en la estufa a 72 C° durante 24 horas para el secado de las muestras.

Figura 14. Pesaje de la alfalfa en el laboratorio para obtener el rendimiento de materia seca, para posteriormente convertir a kg por hectárea.

3.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental bloques completamente al azar con dos tratamientos y 10 repeticiones. El modelo que se utilizó fue el siguiente:

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

Donde:

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

μ : Promedio poblacional

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

B_j: Efecto de los bloques

E_{ijk}: Error experimental aleatorio.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rebrote de las plantas (RP)

Los resultados obtenidos para RP para las primeras seis evaluaciones (n=6) en campo, se muestran en el cuadro 7, encontrando que si existieron diferencias significativas a una ($P < 0.05$), mostrando una diferencia mínima significativa de 1.410, siendo el promedio del número de rebrotes del lote tratado de 16.0 ± 1.28 y del no tratado de 13.9 ± 1.29 .

Cuadro 7. Resultados de la evaluación del rebrote de las plantas (RP) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) en alfalfas de primer año en la Comarca Lagunera tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes el ciclo verano-invierno de 2015.

No. de corte	Rebrote (No.)	
	Tratado	No tratado
1	17.5	14.7
2	13.9	12.4
3	15.3	14.8
4	16.0	14.5
5	16.8	14.3
6	16.2	12.4
Promedio=	16.0 ^a	13.9 ^b
DMS =	1.410	

En la figura 15, se muestran los resultados obtenidos para esta variable (RP), en los seis cortes, encontrando que el mayor número de rebrotes se observó durante el

inicio del verano, para ir disminuyendo gradualmente a medida que las temperaturas empezaron a disminuir.

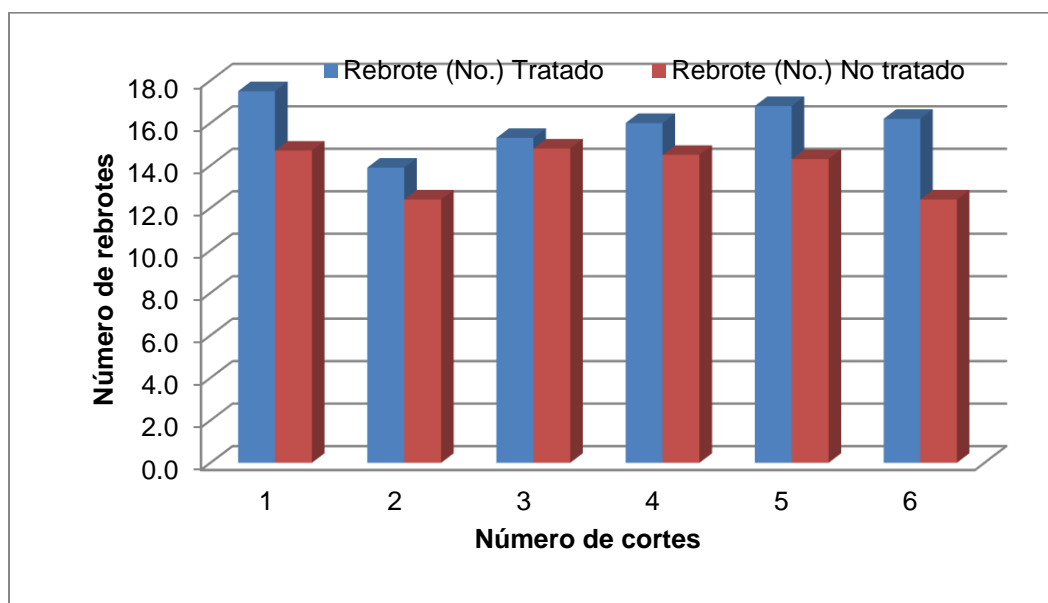


Figura 15. Evaluación del rebrote de las plantas (RP) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.

De los resultados anteriores, como se puede observar el mayor número de rebrotes fue en el corte uno (julio de 2015) y el más bajo en el corte del mes de agosto en el segundo corte, manteniéndose de manera muy similar en los cortes restantes, estas variaciones pueden deberse a las altas temperaturas registradas el mes de julio y a que existió un efecto de la aplicación del fertilizante. Terrazas et al., (2012) mencionan que en los cortes durante los meses más calientes se notó que al aumentar el porcentaje de MS a la cosecha disminuye el porcentaje de hojas y esto se relaciona con un aumento en la maduración de las plantas dada por su estado de crecimiento al corte.

Terrazas et al., (2012) reportaron en su evaluación de 11 variedades de alfalfa que el mayor porcentaje de hojas en los materiales de alfalfa se obtuvo en el corte de invierno (tuza) y en los cortes 2 y 3 (parte temprana de la primavera) y durante los dos cortes de otoño y los menores valores promedio se detectaron durante el verano tiempo en el cual prevalecen las más altas temperaturas y el fotoperiodo es más largo.

4.2 Altura de las plantas (AP)

Los resultados obtenidos para altura de las plantas para las primeras seis evaluaciones en campo en la alfalfa de primer año, se muestran en el cuadro 8, encontrando que si existieron diferencias significativas a una ($P < 0.05$), mostrando una diferencia mínima significativa de 6.716, siendo el promedio de la altura de las plantas del lote tratado de 51.0 ± 8.43 y del no tratado de 45.0 ± 9.15 cm.

En la figura 16, se muestran los resultados obtenidos para la variable (AP), en los seis cortes, encontrando que la mayor altura se reporta en el corte número uno, en el lote tratado con 57 cm, mientras que el no tratado reporto 56 cm, el cual se observó durante el inicio del verano, para ir disminuyendo gradualmente a medida que las temperaturas empezaron a disminuir, sin embargo, se puede mencionar que el muestreo 6 fue el que mostro el más bajo valor para altura de la planta, ya que este es afectado grandemente por la temperatura y la duración de las horas luz, el lote tratado mostro 46 cm, mientras que el lote no tratado solo alcanzó una altura de 36.6 cm.

Cuadro 8. Resultados de la evaluación de la altura de las plantas (AP) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) en alfalfas de primer año en la Comarca Lagunera tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes el ciclo verano-invierno de 2015.

Altura, cm		
No. de corte	Tratado	No tratado
1	57	56
2	53	45
3	49	47
4	49	46
5	55	37
6	46	36.6
Promedio=	51a	45b
DMS=	6.716	

Fimbres y Navarrete (2010), obtuvieron rangos muy similares de altura en alfalfa reportando desde 59.51 a 81.14 cm sin fertilización y con 200 kg de N ha⁻¹. Esos mismos investigadores también soportan los datos obtenidos reportando alturas entre 37.34 y 71.27 cm con láminas de riego de 106.62 y 215.15 cm.

Urbano (1990), evaluó el efecto de algunos macro y microelementos sobre la altura de la plantas de alfalfa y reportó diferencias significativas entre tratamientos, encontrando que la variedad Peluda Peruana presentó una altura promedio de 60 cm y

con una máxima de 77 cm y una mínima de 44 cm, estos resultados son ligeramente superiores a los obtenidos en este experimento.

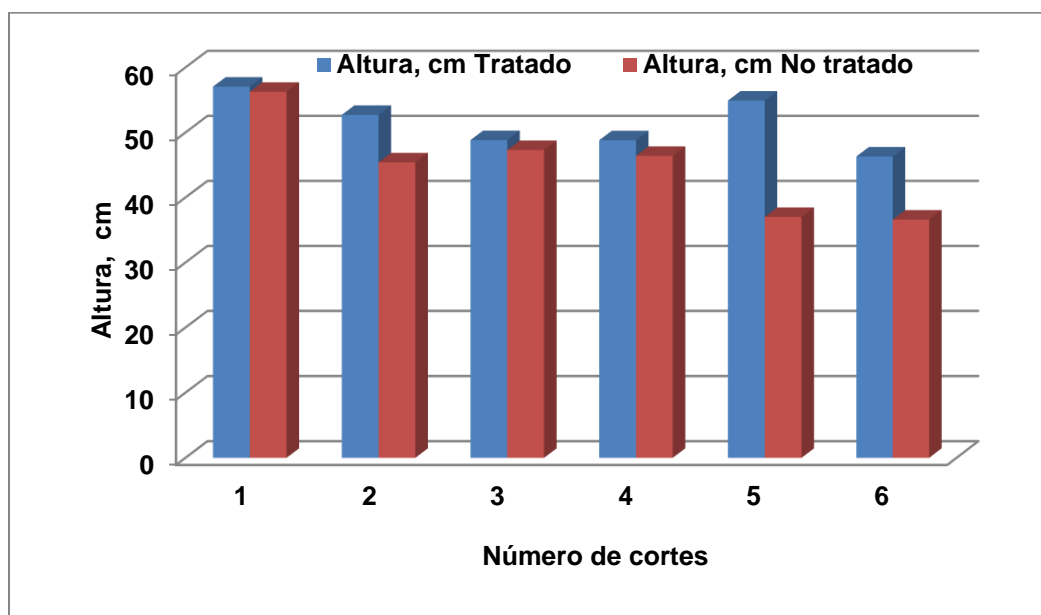


Figura 16. Resultados de la evaluación de altura de las plantas (AP) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfa de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.

Morales et al., (2006), encontraron que la altura de la planta en 14 variedades de alfalfa tuvieron un rango de entre 56.3 hasta 68.9 cm de altura, resultados obtenidos con fertiirrigación y se consideran más elevados a los obtenidos en este estudio.

Marble (1996), reportó en dos localidades alturas de alfalfas en el Valle de San Joaquín con 16% Botón, 10% flor y 50% de flor de 50, 63 y 68 cm, muy similares a los obtenidos en este estudio, sin embargo, en la localidad Valle Imperial, con esos mismos estados fenológicos reportó menores alturas con 40, 45, y 50 cm respectivamente.

4.3 Rendimiento del cultivo (RC)

4.3.1 Rendimiento de Materia Verde (MV)

Los resultados obtenidos para el rendimiento en materia verde (MV) para las primeras seis evaluaciones en campo en la alfalfa de primer año, se muestran que existió impacto altamente significativo entre tratamientos por el efecto del producto. Las evaluaciones se muestran en el cuadro 9, encontrando que existieron diferencias altamente significativas** a una ($P < 0.002$), mostrando una diferencia mínima significativa (DMS) de 1,157.65 siendo el promedio de los cortes para rendimiento de materia verde del lote tratado de $13,665 \pm 1073.57$ y del no tratado de $11,170 \pm 1145.65$ kg/MV/ha.

Cuadro 9. Resultados obtenidos del rendimiento de materia verde de forraje (Ton/ha) de alfalfa tratada con Acadian suelo vs Testigo comercial en alfalfa de primer año en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

No. de corte	Rendimiento de Materia Verde	
	Tratado	No tratado
1	18,315	15,905
2	11,716	9,628
3	13,946	12,118
4	13,961	12,182
5	13,371	8,675
6	10,681	8,514
Promedio=	13,665a	11,170b
DMS=	1,157.655	

En la figura 17, se muestran los resultados obtenidos para esta variable, en los seis cortes, encontrando que el mayor rendimiento se reporta en el corte número uno,

con 18,315 kg/MV/ha, el cual se observó durante el inicio del verano, para ir disminuyendo gradualmente a medida que las temperaturas empezaron a disminuir, siendo el corte del mes de diciembre el que reporta el más bajo rendimiento con 10,681 kg/MV/ha.

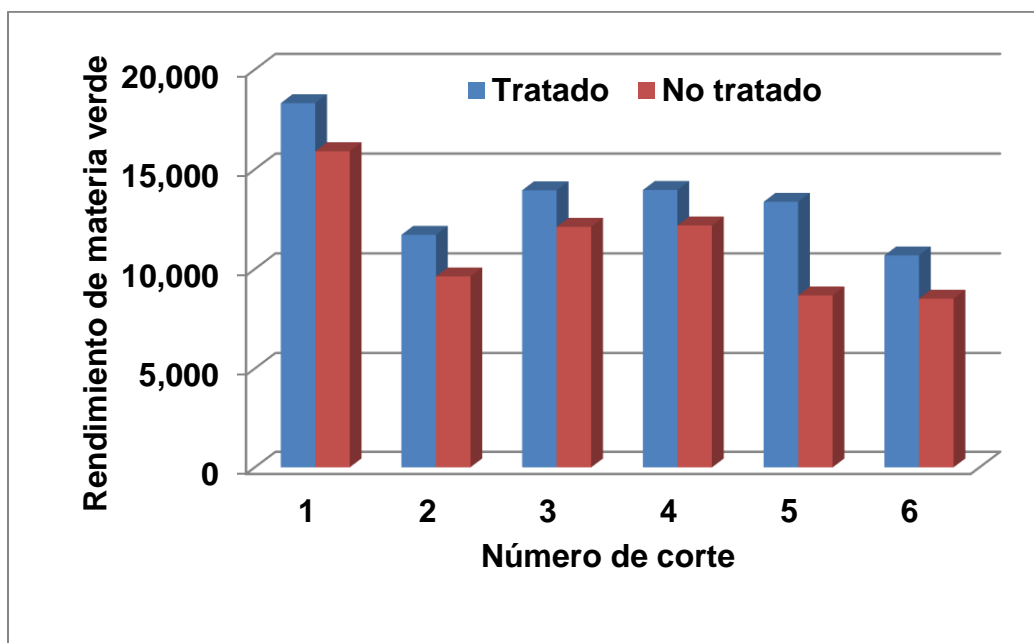


Figura 17. Resultados de la evaluación de materia verde (MV) (Ton/ha) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.

Se observó que el corte número uno fue el que reportó el mayor rendimiento con 18,315 kg/MV/ha del lote tratado, mientras que en el no tratado fue de 15,905 y el más bajo rendimiento se obtuvo en el corte seis en el mes de diciembre con 10,681 kg de MV/ha, en el lote tratado, mientras que no tratado fue de 9,828 kg/MV/ha, observándose en los demás cortes una mayor consistencia, lo anterior, se pudo deber a la época del año y a que las temperaturas fueron bastante calientes durante la prueba, teniéndose

una disminución muy severa de temperatura hasta fines de diciembre en donde se presento la primera helada de la temporada (26 de diciembre de 2015).

En la figura 18, se muestran la suma de los seis cortes, en los cuales existieron diferencias altamente significativas a una ($P < 0.002$) para el rendimiento de materia verde, en la cual se puede observar el efecto de la aplicación del producto en el lote de alfalfa tratado ya que se obtuvo un rendimiento de $81,989 \text{ kg MV ha}^{-1}$, mientras que en el lote testigo (no tratado) se reportó un rendimiento de materia verde de $67,022 \text{ kg MV ha}^{-1}$ existiendo una diferencia considerable de $14,967 \text{ kg MV ha}^{-1}$

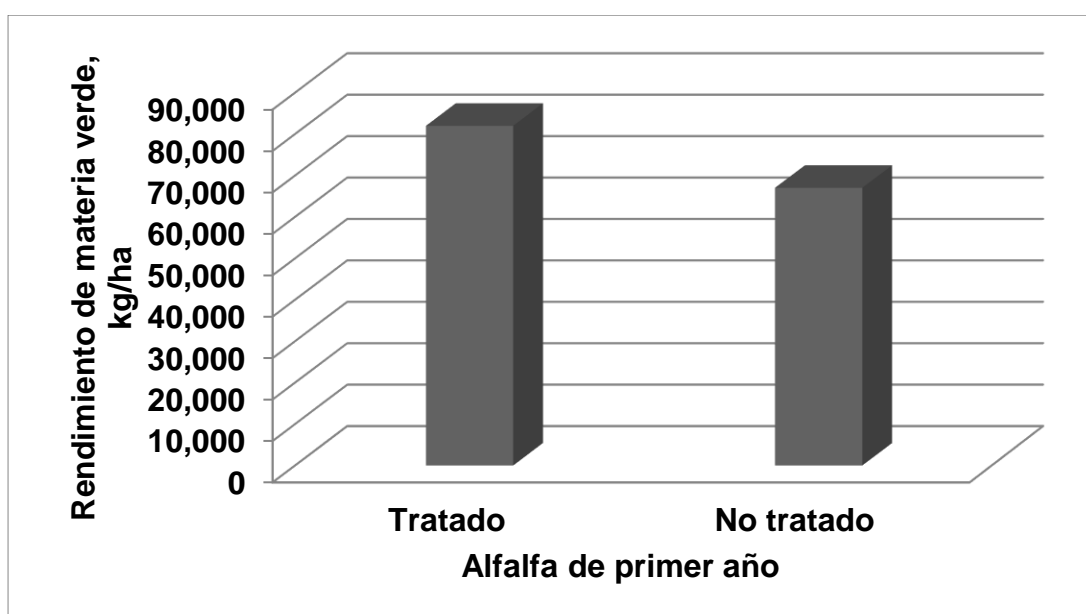


Figura 18. Rendimiento acumulado de seis cortes de materia verde (kg MV ha^{-1}) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.

Lo anterior concuerda por lo reportado por Fimbres y Navarrete (2010), en donde obtuvieron rangos de rendimiento entre 57.02 hasta $139.49 \text{ ton ha}^{-1}$ con eficiencias de utilización del agua de 0.96 a $1.07 \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$ en doce cortes de alfalfa.

Morales et al., (2006) reporta un promedio anual de producción de materia verde de alfalfa para México de 52.2 t ha⁻¹. Sin embargo, las estadísticas nacionales sobre rendimiento de materia verde en los estados de Sonora, Durango, Coahuila y Puebla reportan un promedio de rendimiento de 75.2 ton/ha de forraje verde (SIACON, 2013)

4.3.2 Rendimiento de Materia Seca (MS)

Los resultados obtenidos para la producción de materia seca (MS) para los primeros seis cortes en campo en la alfalfa de primer año, se muestran en el cuadro 10, encontrando que existieron diferencias altamente significativas** a una (P< 0.004), mostrando una diferencia mínima significativa (DMS) de 300.136 siendo el promedio por corte del rendimiento de materia verde del lote tratado de 2,804 ± 272.03 y del no tratado de 2,325 ± 189.34 Ton/ha.

En la figura 19 se muestran los resultados obtenidos por corte para producción de MS, en los seis cortes, encontrando que el mayor rendimiento se reporta en el corte número uno, con 3,807 kg MS ha⁻¹, en el lote tratado a diferencia del testigo que reportó 3,446 kg MS ha⁻¹ el cual se observó durante el inicio del verano, para ir disminuyendo gradualmente a medida que las temperaturas empezaron a disminuir, siendo el corte del mes de diciembre el que reporta el más bajo rendimiento con 1,780 kg MS ha⁻¹ en el lote testigo, mientras que en el lote tratado con AS reportó 1,938 kg MS ha⁻¹.

Morales et al., (2006) reportaron rangos de producción de materia seca de entre 3.92 y 4.41 t ha⁻¹ por corte, utilizando ferti-irrigación en 14 variedades de alfalfa, un poco más sobresalientes que los obtenidos en este proyecto. Vázquez et al., (2010), en un estudio sobre rendimiento y valor nutritivo de alfalfa con diferentes dosis de estiércol de

bovino reportaron un rendimiento por corte con el mejor tratamiento de 4 t ha⁻¹ de MS. Estos resultados muestran valores de rendimiento superiores a los reportados por Godoy *et al* (2003), quienes obtuvieron en promedio 3.7 t ha⁻¹ en la misma región de estudio. De igual forma, otros autores como Rivas *et al.*, (2005) realizaron una evaluación de cinco variedades de alfalfa en Montecillos, Estado de México, encontrando rendimientos promedio por corte de entre 2.12 y 3.75 t ha⁻¹ de materia seca.

Cuadro 10. Rendimiento de materia seca (Kg/ha) de forraje de alfalfa tratada con Acadian suelo vs Testigo comercial en alfalfa de primer año en la Comarca Lagunera, en el año 2015.

No. de corte	Rendimiento de Materia Seca	
	Tratado	No tratado
1	3,807	3,446
2	2,925	2,442
3	2,741	2,108
4	2,534	1,982
5	2,880	2,195
6	1,938	1,780
Promedio=	2,804a	2,325b
DMS=	300.136	

Los resultados anteriores muestran similitudes en los rendimientos obtenidos por Haki *et al.*, (2016), donde evaluaron el impacto de diferentes fertilizantes químicos como orgánicos durante 8 años sobre el rendimiento de alfalfa, en el cual encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, existiendo un efecto más visible en el quinto corte. Kelling y Schmitt (2003), reportaron que la incorporación de estiércol resultó

en un incremento significativo en el rendimiento de alfalfa sobre el tratamiento control con un rendimiento del mejor tratamiento de 2,296 kg/MS/ha.

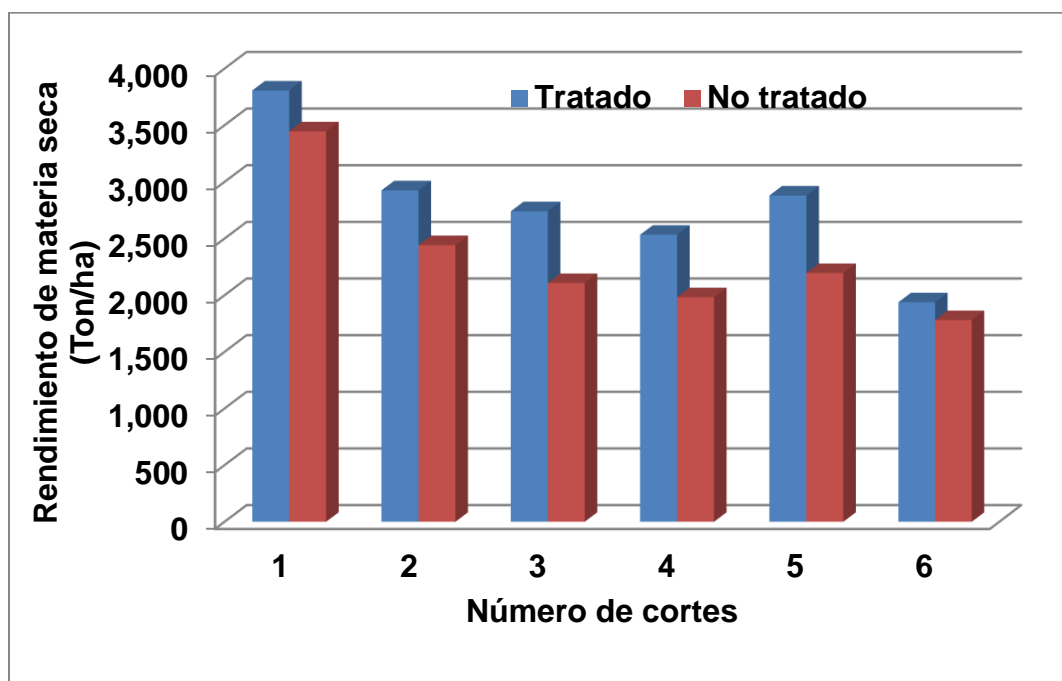


Figura 19. Rendimiento de materia seca (MS) (Kg/ha) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015 en la Comarca Lagunera.

Parvanak and Chamheidar (2014), reportaron en un experimento con varios niveles de estiércol sobre el rendimiento de alfalfa y encontraron incrementos de rendimiento en todos los tratamientos y fueron estadísticamente significativos ($P < 0.01$), reforzando que existió efecto de la aplicación de fertilización orgánica sobre el rendimiento de la alfalfa. Terrazas et al., (2012), en evaluación de 11 variedades de alfalfa en varias regiones de Chihuahua, reportan rendimientos de forraje por corte de MS en julio rangos de 2.0 -3.7 t ha⁻¹, en agosto reportaron de 1.3-3.7, en septiembre de

1.3-3.0 en octubre de 1.7 a 3.1 y el mes de noviembre de 1.8 a 3.3 t MS ha⁻¹ rendimientos muy similares a los obtenidos en cada uno de los cortes en este estudio.

Las condiciones ambientales juegan un papel importante que determinan la velocidad y cantidad de crecimiento vegetativo del forraje de alfalfa. El crecimiento de las plantas de alfalfa después del corte es más rápido cuando las temperaturas son de 40 a 42 °C y después cuando la alfalfa crece, la máxima velocidad de crecimiento ocurre cuando las temperaturas están entre 23.5 y 37.7 °C (Hall, 2009).

Estudios realizados en La Laguna por Quiroga (2000), reportaron rendimientos de forraje seco de 2.6, 2.9 y 3.8 ton/ha por corte de alfalfa dependiendo del estado de madurez ya sea botón, inicio de floración y plena floración, resultados que refuerzan a los obtenidos en este estudio.

Otros autores como Montemurro et al., (2013) soportan que la aplicación de fertilizantes orgánicos (dos tipos de compostas) pueden incrementar los rendimientos de peso seco de alfalfa en 20.85 y 16.51 % comparados con el grupo control y al final del experimento de tres años encontraron que el N₂ total en el suelo se incrementó significativamente en alfalfa de 1.32 a 1.45 g kg⁻¹

En la figura 20, se reportan los acumulados del rendimiento de materia seca de los seis cortes ($\sum n=6$), encontrando que el lote tratado tuvo un efecto altamente significativo sobre la producción de materia seca con 16,825 kg MS ha⁻¹, mientras que en el lote testigo se obtuvo 13,953 kg MS ha⁻¹ teniendo una diferencia de 2,872 kg MS ha⁻¹ esas diferencias representaron un 20% de mayor rendimiento en el lote tratado vs el no tratado, demostrando el efecto de la aplicación del producto sobre los tratamientos.

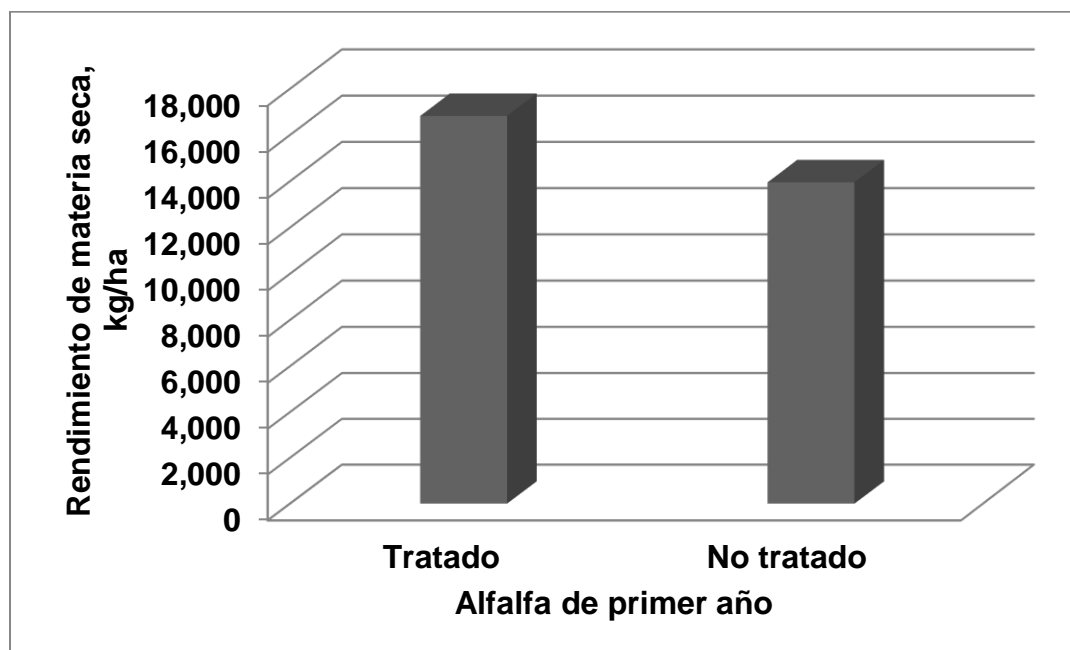


Figura 20. Rendimiento acumulado de materia seca (kg MS ha^{-1}) del cultivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) tratado con Acadian suelo y el testigo comercial en seis cortes en alfalfas de primer año el ciclo verano-invierno de 2015.

Terrazas et al., (2012), en su estudio de evaluación de 11 variedades de alfalfa concluyeron que el rendimiento de forraje promedio de los tres años de evaluación de las once variedades de alfalfa fue de 29.9 toneladas por hectárea de materia seca y varió de un rendimiento mínimo de 27.53 al máximo de 31.83 t MS ha^{-1} , rendimientos consistentes con los obtenidos en el estudio considerando la realización de 10 cortes.

Urbano y Dávila (2003), reportaron rendimientos de MS en alfalfa bajo corte de 11 variedades donde encontraron en 3 años de estudio, en el primer año reportaron un rendimiento de 16,774.72 kg MS ha^{-1} para el segundo año 17,042.10 y para el tercer año

17,424.50 kg MS ha⁻¹, el promedio de los tres años de las once variedades fue de 17,080.44 kg MS ha⁻¹ muy similares a los obtenidos en este estudio.

Reportes de estudios realizados por Fimbres y Navarrete (2010), concuerdan con lo obtenido en este estudio en donde obtuvieron rangos de rendimiento de MS entre 10.28 hasta 23.86 ton ha⁻¹ con eficiencias de utilización del agua de 0.96 a 1.07 (kg m⁻³) en doce cortes de alfalfa. Esos mismos autores Fimbres y Navarrete (2010), reportaron rangos de rendimiento de MS entre 18.42 hasta 19.78 ton ha⁻¹ con aplicaciones de 0 dosis de fertilizante N y 200 (kg ha⁻¹) en doce cortes de alfalfa, no existiendo diferencias entre los tratamientos.

Moreno et al., (2000) en la Región Lagunera obtuvieron 20.1 y 27.5 Ton ha de MS utilizando dos sistemas de riego el rodado y aspersion con láminas de riego de 188 y 165 cm.

Al comparar los rendimientos que se obtuvieron en el primer año de producción el 2007 por Terrazas et al., (2012) con la variedad P59N49 con el presente trabajo este fue mayor a las 31.1 t/ha de forraje en base a materia seca que rindió en el 2005, en el Valle de San Joaquín la misma variedad con nueve cortes al año en siembras del 15 de marzo del 2005 en el Centro Agrícola Kearney, Parlier, California (Putnam *et al.* 2005), mientras que en esta misma localidad y año la variedad P58N57 rindió 23.720 t/ha de forraje que fue inferior a las 32.653 t/ha que rindió en el Rancho Trincheras en el 2007.

En Gómez Palacio, Dgo. en el 2003 la variedad P58N57 en su primer año de vida y con ocho cortes al año rindió 32.3 ton/ha de forraje en base a materia seca (Faz *et al.* 2004). En Texcoco, estado de México las variedades San Miguel, Oaxaca, Moapa, CUF-

101 y Valenciana en su primer año de vida rindieron 35.0, 34.9, 33.4, 26.8 y 25.4 ton/ha por año con doce cortes por año (Rivas *et al.* 2005).

Resultados inferiores se registraron en Delicias, Chihuahua, México en siembras del 2002 con siete cortes en el mismo año de siembra con las variedades P58N57 y El Camino 888, ya que rindieron 21.560 y 20.90 t/ha de forraje en MS (Báez y Payán 2003). Sin embargo, Terrazas *et al.*, (2012) obtuvieron mayores rendimientos que los obtenidos en este estudio para alfalfa de primer año, reportando un rendimiento de forraje por año en base a materia seca en $t\ ha^{-1}$ de $37.70\ t\ ha^{-1}$ en la mejor variedad (Belleza verde), seguida de una variedad promedio de 33.30 (P59N49) y la de más bajo rendimiento con $20.0\ t\ ha^{-1}$ que correspondió a la variedad Excelente Plus.

El SIACON (2013), reporta para el estado de Chihuahua rendimientos de materia seca en el ciclo agrícola 2000 de 18.30, en el 2001 de 16.45, y en 2012 con 18.54 ton/ha.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, los valores de alturas y rendimiento en materia verde como en materia seca en alfalfa de primer año con la aplicación de FOL fueron más sobresalientes comparados con los del lote testigo y se considera que la aplicación de FOL tuvo impactos significativos sobre los tratamientos. Para poder establecer un panorama concluyente se hace necesario continuar evaluando los productos FOL, con otras variables, variedades y diferentes estados fenológicos y realizar el análisis económico.

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>.
- Ayoub A.T. 1999.** Fertilizer and the Environment. Nutrient Cycling in Agroecosystems **55** (2) 117–121.
- Báez H. F., y J. A. Payán G.** 2003. Evaluación de variedades comerciales de alfalfa en la región de Delicias Chihuahua. En: Resultados y avances de investigación en el estado de Chihuahua. Pub. Esp. INIFAP p.156.
- Barker R. R., Herdt W., and B. Rose 1985.** The Rice Economy in Asia: Resources for the Future (Government Printing Office) Washington, DC.
- Basso B. and J. T. Ritchie.** 2005. Impact of compost, manure and inorganic fertilizer on nitrate leaching and yield for a 6-year maize–alfalfa rotation in Michigan. Agriculture, Ecosystems and Environment 108 (2005) 329–341
- Berg W. K., Cunningham S. M., Brouder S. M., Joern B. C., Johnson K.D., Santini J.B., Volenec J.J.** 2007. The long-term impact of phosphorus and potassium fertilization on alfalfa yield and yield components. Crop Science, 47: 2198–2209.
- Biederbec, V.O., H.A. Bjarje, S.A. Brandt., J.L. Henry., G.E. Hultgreen and G.A. Kielly.** 2005. Soil Improvements with Legumes. In: Soils, Fertility and Nutrients, Green, B.J. and V.O. Bierdeck (Eds.), Saskatchewan Agreement on Soil Conservation, Saskatoon, Canada.
- Carlsson G., Huss-Danell K.** 2003. Nitrogen fixation in perennial forage legume in the field. Plant and Soil, 253: 353–372.
- Carter M. R. and E. G. Gregorich.** 2006. Soil Sampling and Methods of Analysis. Second Edition. Canadian Society of Soil Science

- 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.
- CONAGUA** (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Año agrícola 2008-2009. Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (ed). México, D.F. 323 p.
- Craigie, J. S.** 2010. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Appl Phycol.* DOI 10.1007/s10811-010-9560-4 p. 1-2
- Dwivedi, A. K.** 2014. Impact of continuous cropping with fertilizer and manure application on soil fertility and crop productivity. *CAFT on Management of Soil Health: Challenges and Opportunities.* Jawaharlal Nehru Krishi Vishwa Vidyalaya, Jabalpur - 482004 (M.P.) p 104-107.
- Elfstrand, S.,** B. Bath and A. Martensson. 2007. Influence of various forms of green manure amendment on soil microbial community composition, enzyme activity and nutrient levels in leek. *Appl. Soil Ecol.*, 36: 70–82.
- Fimbres F. A.** y J. R. Navarrete M. 2010. Efecto del agua y nitrógeno en alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo riego por goteo. *Biotecnia*, Vol. XII, No. 1. Enero-abril. P 36-42
- Giller K. E., and G. Cadisch.** 1995. Future Benefits from Biological Nitrogen Fixation: An Ecological Approach to Agriculture. *Plant Soil* 174(1–2) 255–277.
- Godoy A. C.,** Pérez G. A., Torres .E C. A., Hermosillo L. J., Reyes J. L. 2003. Uso de agua, producción de forraje y relaciones hídricas en alfalfa con riego por goteo subsuperficial. *Agrociencia* 2003;37(2):107–115.
- Haki J.,** E. Kunzová, J. Konečná. 2016. Impact of long-term organic and mineral fertilization on lucerne forage yield over an 8-year period. *Plant Soil Environ.* Vol. 62, 2016, No. 1: 36–41

- Hakl J., Fuksa P., Konečná J., Pacek L., Tlustoš P. 2014. Effect of applied cultivation technology and environmental conditions on lucerne farm yield in the Central Europe. *Plant, Soil and Environment*, 60: 475–480.
- Hall M. H.** 2009. How an alfalfa plant develops. Certified Alfalfa Seed Council, Inc. Davis, CA USA. P 21-23.
- Hassanpanah D. and A. Jafar.** 2012. Evaluation of 'Out Salt' anti-stress material effects on mini-tuber production of potato cultivars under in vivo condition. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 10(1) 256 - 259.
- Jarvis, S.C.** 2005. Flow and N efficiency in Legumes Based Systems: A System Overview. In: *Sward Dynamics, N-Flow and forage utilization in Legume-Based System*. ERSA-Azienda Regionale per lo Sviluppo Rurale. Grado Italy.
- Kamran P. and H. Chamheidar.** 2014. Investigation of different rates of organic fertilizers on the yield of alfalfa. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* ISSN: 2231– 6345 (Online). An Open Access, Online International Journal Available at www.cibtech.org/sp.ed/jls/2014/03/jls.htm. 2014 Vol. 4 (S3), pp. 1522-1525/Parvanak and Chamheidar
- Kelling K. A.** and M. A. Schmitt. 2003. Applying Manure to Alfalfa. Pros, Cons and Recommendations for Three Application Strategies. North Central Regional. Research Report 346. Published By The College Of Agricultural And Life Sciences. University Of Wisconsin–Madison. December. P1-8
- Kertikova, D.** 2008. The newest achievements in lucerne breeding in Bulgaria. In: *Proceedings 'Breeding 08'*, Novi Sad, Serbia. Pp. 509-512
- Kiely G.** 1997. *Environmental Engineering* (McGraw-Hill) Berkshire, England.
- Lester, G.** 2006. Organic versus conventionally grown produce: Quality differences, and guidelines for comparison studies. *HortScience* 41:296–300.
- Lissbrant S., Stratton S., Chunningham S.M., Brouder S.M., Volenec J.J.** 2009. Impact of long-term phosphorus and potassium fertilization on alfalfa nutritive value-yield relationships. *Crop Science*, 49: 1116–1124.

- Lloveras J.**, Chocarro C., Torres L., Viladrich D., Costafreda R., Santiveri F. 2012. Alfalfa yield components and soil potassium depletion as affected by potassium fertilization. *Agronomy Journal*, 104: 729–734.
- Macolino S.**, Lauriault L.M., Rimi F., Ziliotto U. 2013. Phosphorus and potassium fertilizer effects on alfalfa and soil in a non-limited soil. *Agronomy Journal*, 105: 1613–1618.
- Marble V. L.** 1996. Como maximizar la producción de alfalfa bajo condiciones semiáridas. En: *Il Ciclo de Conferencias Internacionales Sobre Nutrición y Manejo*. Torreón, Coah. México. pp 23-45
- Mohsin A. U.**, J. Ahmad, A. U. H. Ahmad, R. M. Ikram, and K. Mubeen. 2012. Effect of nitrogen application through different combinations of urea and farm yard manure on the performance of spring maize (*Zea Mays L.*) *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(1): 2012, Page: 195-198. ISSN: 1018-7081
- Monreo Works.** 2014. Oraganic fertilizer vs Chemical fertilizer- Does It Matter. *Organic Fertilizer. Worm castings and Vermaplex.* En Línea: www.monroeworks.com/organic-fertilizers-vs-chemi
- Montemurro F., M. Maiorana,** G. Convertini and D. Ferri. 2013. Compost Organic Amendments in Fodder Crops: Effects on Yield, Nitrogen Utilization and Soil Characteristics. *Compost Science and Utilization*. Volume 14, Issue 2. P 114-123
- Morales A. J.**, J. L. Jiménez Victoria, V. A. Velasco V., Y. Villegas A., J. R. Enríquez del Valle, A. Hernández Garay. 2006. Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la Mixteca de Oaxaca. *Téc Pecu Méx* 2006;44(3):277-288
- Moreno D. L., D. García A., y R. Faz C.** 2000. Manejo del riego en la Alfalfa. En: INIFAP. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro técnico No.2 INIFAP. Campo Agrícola Experimental La Laguna. p 63-73
- Mucheru-Muna Monicah** Daniel Mugendi, James Kung'u, Jayn,e Mugwe and Andre Bationo. 2007. Effects of organic and mineral fertilizer inputs on maize yield and

- soil chemical properties in a maize cropping system in Meru South District. Kenya. *Agroforest Syst* 69:189–197
- Orloff, S. B.** and Daniel 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.
- Parvanak K. and H. Chamheidar.** 2014. Investigation of different rates of organic fertilizers on the yield of alfalfa. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* ISSN: 2231– 6345 (Online)An Open Access, Online International Journal Available at www.cibtech.org/sp.ed/jls/2014/03/jls.htm 2014 Vol. 4 (S3), pp. 1522-1525/Parvanak and Chamheidar
- Popescu G. C. and M. Popescu.** 2014. Effect of the brown alga *Ascophyllum nodosum* as biofertilizer on vegetative growth in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Current Trends in Natural Sciences* Vol. 3, Issue 6, pp. 61-67
- Popescu, M.** 2012. Agricultural uses of seaweeds extracts. *Current Trends in Natural Sciences* 1(1), 36-39.
- Putnam D., S. Orloff** and L. R. Teuber. 2005. Strategies for balancing quality and yield using cutting schedules and varieties. In: 35th Calif. Alfalfa and forage Symp. Visalia, CA USA. UC Davis, CA p.237.
- Quiroga G. H. M.** 1986. Efectos del estado de madurez al corte sobre el rendimiento, calidad y persistencia de la alfalfa en la Comarca Lagunera. *Informes de Investigación en Forrajes*. Fuente: Libro Técnico No. 2 Oct. 2000. SAGAR-INIFAP, CIRNOC, CELALA.
- Quiroga G. H. M.** 2000. Manejo de la alfalfa en producción. En: INIFAP. 2000. Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México. Libro técnico No.2 INIFAP. Campo Agrícola Experimental La Laguna. p 59-62
- Rautaray, S. K., B. C. Ghosh** and B. N. Mittra. 2003. Effect of fly ash, organic wastes and chemical fertilizers on yield, nutrient uptake, heavy metal content and residual fertility in a rice-mustard cropping sequence under acid lateritic soils. *Bioresource Technol.* 90 : 275-283.

- Rivas J. M. A.,** C. López C, Hernández G. A., y J. Pérez P. 2005. Efecto de tres regímenes de cosecha en el comportamiento productivo de cinco variedades comerciales de alfalfa (*Medicago sativa L.*) *Técnica Pecuaria en México* 43(1): 79.
- Rivas–Jacobó MA,** López–Castañeda C, Hernández–Garay A, Pérez–Pérez J. Effect of three harvest systems on the productive performance of five comercial alfalfa (*Medicago sativa L.*) varieties. *Téc Pecu Méx* 2005;43(1):79–92.
- Sagardoy,** J. A. 1993. An overview of pollution of water by agriculture. In: *Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities, Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 20-23 Oct. 1992. Water Report 1. FAO, Rome. pp. 19-26.*
- SAGARPA** (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. *Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria en la Región Lagunera.* Lerdo, Durango. 285 p.
- Sharma, H.S.,** Fleming, C., Selby, C., Rao, J.R., Martin, T. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J Appl Phycol.* 26, 465–490.
- Sheaffer** C. C. 1990. Cutting management of alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil *Agronomy Facts* 7. University of Minnesota, 1990. P 1-4.
- SIACON** (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2013. SIAP-SAGARPA. http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=286&Itemid=428. Consultado: Julio 2014.
- 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-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>.

- Singh Muneshwar**, R. H. Wanjare, A. Dwivedi and R. Dalal. 2012. Yield response to applied nutrients and estimates of N₂ fixation in 33-years-old-soybean-wheat experiment on a vertisol. *Exp. Agric.* 48: 311-325.
- Terrazas P. J. G.**, R. Mendoza S., A. Durón T., y E. Echávez Valverde. 2012. Rendimiento y valor alimenticio de variedades de alfalfa para la producción de leche en la cuenca de delicias, chihuahua. Publicación especial No. 19. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas, Forestales y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. Campo Agrícola Experimental Delicias. Cd. Delicias, Chihuahua, México. Julio, 2012 p 13-17,
- 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.
- Urbano D. y C. Dávila.** 2003. Evaluación del rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. *Rev. Facultad de Agronomía.* Vol.20 número.1 Caracas Ene. 2003
- Urbano, D.** 1990. Estudio de la fertilización en el rendimiento y calidad de la asociación kikuyo-alfalfa (*Pennisetum clandestinum- Medicago sativa*). Tesis de Maestría. Universidad Central de Venezuela, Maracay. 236 p.
- Vasileva V.** and O. Kostov. 2015. Effect of mineral and organic fertilization on alfalfa forage and soil fertility. *Emirates Journal of Food and Agriculture.* 2015. 27(9): 678-686. doi: 10.9755/ejfa.2015.05.288. <http://www.ejfa.me>
- Vázquez-Vázquez** Cirilo, José Luis García-Hernández, Enrique Salazar-Sosa, Bernardo Murillo-Amador, Ignacio Orona-Castillo, Rafael Zúñiga-Tarango, Edgar Omar Rueda-Puente, y P. Preciado R. 2010. Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino. *Revista. Mexicana de Ciencias Pecuarias.* Vol.1 no.4 Mérida oct./dic. 2010

WSDA, 2005. Washington State Department of Agriculture organic food materials lists and material registration [http://agr.wa.gov/FoodAnimal/Organic/ Materials Lists.htm](http://agr.wa.gov/FoodAnimal/Organic/Materials Lists.htm)